Sonderdruck aus „Botanisches Archiv", 39 (1937) 102—146.

Überreicht vom Verfasser

Pfefferminze und Pfefferminzöl und die Abhängigkeit der darin erzeugten Inhaltstoffe von Wachstum und Erntebedingungen

Von Rudolf Springer (München).

(Mit 7 Figuren im Text)

Aus dem Institut für pharmazeutische Arzneimittellehre (Pharmakognostische Anstalt) der Universität München. Direktor Prof. Dr. F. Schlemmer

Inaugural - Dissertation
zur
Erlangung der Doktorwürde der
Hohen Philosophischen Fakultät
der
Ludwig Maximilians-Universität zu München.
Vorgelegt am 28.5.1937.

AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT M.B.H.
Leipzig 1937

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bedeutung der Pfefferminze in den verschiedenen Verwendungsarten und Zweck der vorliegenden Arbeit

Die Heilpflanze, die in der Therapie jahrzehntelang in fast völlige Vergessenheit geraten war, ist in der letzten Zeit allerorts, besonders aber in Deutschland, wieder in steigendem Maße in Ansehen und in arzneiliche Verwendung gekommen.

Die Gründe hierfür ergeben sich teils aus der Entwicklung der medizinischen Forschung, teils aus der Umstellung des ärztlichen Denkens in biologischer Hinsicht.

Hand in Hand mit diesen medizinischen Bestrebungen steigt das allgemein wissenschaftliche Interesse für die therapeutisch verwendeten Pflanzen selbst, und insbesondere heimische Arzneikräuter, die in der Volksheilkunde die ganze Zeit über vielseitige Verwendung fanden, werden in der pharmakognostisch-chemischen Forschung mehr und mehr berücksichtigt.

Zu den inneren Beweggründen, die zu einer Wiederbelebung der Verwendung von Arzneipflanzen führen, treten in Deutschland Gesichtspunkte insbesondere volkswirtschaftlicher Natur, die sich in einfacher Formel durch die Bestrebungen des Vierjahresplanes ausdrücken lassen, denn viele Arzneipflanzen, die bei uns in Deutschland in genügender Menge als wildwachsende Kräuter vorhanden sind, oder die auf deutschem Boden ohne Schwierigkeit erzeugt werden können, müssen auch heute noch zum größten Teil aus dem Auslande eingeführt werden.

Es besteht somit ein recht bedeutendes Interesse daran, durch wissenschaftliche Untersuchungen Beiträge für die Aufklärung der Fragen zu gewinnen, unter welchen Anbau-, Kultur- und Erntebedingungen in Deutschland Heilpflanzen erzeugt werden können.

Die Klärung solcher Fragen kann nicht grundsätzlich für die Gesamtheit der Arzneipflanzen erfolgen, die Forschung ist darauf angewiesen, für jede Pflanze einzeln durch experimentelle Untersuchungen die Unterlagen zu beschaffen.

Eine derjenigen Pflanzen, die arzneilich und auch in anderer Hinsicht, für die kosmetische und für die Lebensmittelindustrie, vielseitige Verwendung findet, ist die Pfefferminze. Riesig große Mengen von Pfefferminzblättern, die Statistik spricht von fast 300 000 kg, noch größere Mengen des aus den Pfefferminzblättern destillierten ätherischen Öles, nach Angaben 170 bis 200 000 kg jährlich, werden nach Deutschland eingeführt, um den Bedarf der Verbraucherkreise an Blattdroge und der einschlägigen Industrien an Öl zu decken.

Kaum eine Droge ist schon öfter Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen wie die Pfefferminze, und zahlreiche Veröffentlichungen liegen vor, die sich mit den Anbauverhältnissen, mit den botanischen und pharmakognostischen Besonderheiten, mit den chemischen Inhaltstoffen und deren Kennzahlen, mit der Wirkung der Gesamtdroge und der daraus isolierbaren Einzelstoffe beschäftigen.

Die große Bedeutung der Pfefferminze, in arzneilicher Hinsicht, allein in der Verwendung der Gesamtdroge erhellt am besten aus der Tatsache, daß in etwa 500 heute gebräuchlichen Teerezepten die Pfefferminze öfter als 100mal enthalten ist.

Es lohnt sich also wohl, unter neuzeitlichen Gesichtspunkten, die sich besonders in Deutschland bei den gegebenen Verhältnissen darstellen, neuerdings der Frage ein Augenmerk zu widmen, unter welchen Gesichtspunkten die Eigenerzeugung einer guten, gehaltvollen und wirkungsvollen Droge durchgeführt werden kann.

So verfolgt die vorliegende Arbeit folgende Ziele:

Es soll untersucht werden, welchen Einfluß die Beschaffenheit des Bodens, die Art der Düngung, Trocknung und Ernte auf die Menge des für die Verwendung in Frage kommenden Krautes ausübt, und in welcher Weise die vorstehend ausgeführten Bedingungen die Menge und Beschaffenheit der in diesem Kraute enthaltenen Wirkstoffe beeinflussen.

Weiterhin soll ein Beitrag zur Klärung der Fragen geliefert werden, inwieweit chemische und physikalische Kennzahlen und pharmakognostische Merkmale imstande sind, die Güte und den Wirkungsgrad verschiedener Pfefferminzdrogen zu kennzeichnen, oder mit anderen Worten ausgedrückt: ob es möglich ist, durch

verhältnismäßig einfach auszuführende Untersuchungen die Pfefferminzdroge in ihrem Werte für die verschiedenen Verwendungszwecke zu normieren.

Geschichte, Botanik und pharmakognostische Charakterisierung der Pfefferminzdroge, Chemie der Inhaltstoffe und therapeutische Wirkung

Die Pfefferminze als Droge, das heißt in Verwendung zu arzneilichen Zwecken, ist schon seit altersher bekannt. Bastarde verschiedener Minzenarten, die befähigt sind, in großem Maße ätherisches Öl und dessen Hauptbestandteil, das Menthol, zu erzeugen, waren schon vor der Zeitrechnung bekannt, und in alten Gräbern aus der Zeit von 1000 bis 600 v. Chr. fand man schon Sprosse, die als sterile Bastarde erkannt wurden[1]). Auch der Name *Mentha* ist alten Ursprunges und soll von der Nymphe Menthe abgeleitet sein, der die Pflanze heilig war.

TSCHIRCH berichtet in seinem „Handbuche der Pharmakognosie"[2]), daß die Griechen und Römer Minzen kultivierten, die unserer heutigen Krauseminze ähnlich waren. THEOPHRAST, PLINIUS und DIOSKURIDES, die die ältesten uns bekannten zusammenfassenden Werke über Heilpflanzen und Heilkräuter schrieben, kennen bereits Unterschiede zwischen zahmen und wilden Minzen. PLINIUS gibt auch bereits Angaben über den arzneilichen Verwendungszweck der Minze und empfiehlt sie gegen Bauchgrimmen und Würmer.

Wie so viele andere Drogen wurde auch die Minze im Mittelalter hauptsächlich durch Kultivieren in Klostergärten weiter erhalten und verbreitet. Besonders die Benediktiner zogen Minzen, die wie viele andere Kräuter auch zur Bereitung von Likören Verwendung fanden.

Wahrscheinlich waren auch die Minzen des Mittelalters noch vornehmlich Krauseminzen. Im 14. Jahrhundert unterscheidet das Gothaer Arzneibuch verschiedene Minzen, und der von da an öfter genannten roten Minze dürfte möglicherweise unsere heutige Pfefferminze entstammen. Der heute in den meisten Arzneibüchern geführte Bastard *Mentha piperita* wird zum erstenmal in England genannt. Er lieferte auch von hier aus die ersten Stecklinge zu den amerikanischen und europäischen Kulturen.

Die arzneiliche Verwendung von Pfefferminze machte in allen Kulturgebieten immer weitere Fortschritte, in Deutschland fand im 18. Jahrhundert die therapeutische Verwendung immer mehr Anklang. Im Jahre 1817 entstand die erste größere Kultur in Cölleda, einem Gebiete, das auch heute noch eine Spitzenstellung in der Erzeugung von Arzneikräutern einnimmt. Bald folgten Anpflanzungen in der Pfalz und in Schlesien.

Die heute in Europa fast allgemein in Verwendung stehende Pfefferminze ist eine Bastardierung von *Mentha viridis* und *Mentha aquatica*. Da die *Mentha viridis* selbst wieder als ein Bastard zwschen *Menth. silvestris* und *Menth. rotundifolia* erkannt wurde, ist die auch im Deutschen Arzneibuch offizinelle *Mentha piperita* als ein Tripelbastard zu bezeichnen.

[1]) Berichte der Botan. Gesellschaft **1884**, 366.

[2]) Handbuch der Pharmakognosie. Bd. 2/2, S. 946.

Eine Bestätigung für die Bastardierung der Pflanze ist durch die nur selten in Erscheinung tretende Ausbildung von keimfähigen Samen gegeben, die dann Pflanzen mit ganz anderen typischen willkürlich auftretenden Merkmalen ergeben[1]).

In verschiedenen Ländern sind teilweise andere Bastarde bevorzugt. In Japan z. B., wo die Pfefferminzkultur ebenfalls sehr alt ist, ist die heute gebräuchliche Pfefferminze ein Bastard von *Mentha aquatica* und *Mentha arvensis*, und so ist es nicht verwunderlich, daß sich das japanische Pfefferminzöl deutlich von dem europäischen unterscheidet. Es ist lange nicht so fein im Geruch und unterscheidet sich auch wesentlich durch die Zusammensetzung der Inhaltstoffe.

Die Güte der Pfefferminzdroge wird fast ausschließlich nach der Menge des darin enthaltenen ätherischen Öles beurteilt. Es ist ungeklärt, welche Rolle dieses ätherische Öl in der Pflanze spielt, wie auch die Ansichten darüber verschieden sind, in welcher Weise die Bildung ätherischer Öle in den Pflanzen vor sich geht. Schutz gegen Tierfraß, Eindämmung übermäßiger Transpiration und Anlockung von Insekten, welche die Bestäubung übernehmen, sind als „nützliche" Folgen des Vorhandenseins ätherischer Öle bezeichnet worden.

Anatomische Untersuchungen haben ergeben, daß die ätherischen Öle im allgemeinen in besonderen Stellen des Pflanzenkörpers abgelagert sind, und wir unterscheiden dabei folgende Möglichkeiten:

1. Einzellige Ölbehälter (Ölzellen von Zingiberaceen, Magnoliaceen, Lauraceen, Piperaceen u. a.).
2. Interzelluläre Ölbehälter:
   a) schizogene,
   b) lysigene,
   c) schizolysigene.
3. Ölbehälter zwischen Kutikula und Zellmembran (z. B. Drüsenhaare und Drüsenschuppen von Labiaten).

Bei der Pfefferminzpflanze ist das Öl also in Drüsenhaaren und in Drüsenköpfchen enthalten, die hauptsächlich an den Blättern auftreten, so daß diese auch in fast allen Arzneibüchern den allein verwertbaren Pflanzenanteil ausmachen.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt von einem Pefferminzblatt, an dem sowohl an der Unterseite als auch an der Oberseite die ölführenden Drüsenköpfchen deutlich in Erscheinung treten.

Die nur sehr geringe Ölmengen enthaltenden Stengel gelten bei den offizinellen Drogen fast allgemein als Verunreinigung, die nicht vorhanden sein darf.

Das in den Drüsenköpfchen gebildete ätherische Öl verleiht der Pflanze ihren Wert für alle ihre Verwendungszwecke. Man findet es in den Blättern bis zu 3% enthalten, die Arzneibücher begnügen sich aber in ihren Anforderungen mit wesentlich geringeren Konzentrationen. Das zur Zeit gültige Deutsche Arzneibuch schreibt einen Mindestgehalt von 0,7% vor, der wohl immer erreicht, oft aber um ein Vielfaches überschritten wird.

In manchen Ländern hat man bereits eine Normierung bestimmter Drogen durchgeführt, z. B. in Österreich und in Ungarn. Hier wird für die beste Pfefferminzware ein Mindestgehalt von 1% an ätherischem Öl gefordert.

Neben den Blättern ist in den meisten Arzneibüchern auch das ätherische

[1]) TSCHIRCH, Handbuch der Pharmakognosie. Bd. 2/2, S. 922.

Öl selbst offizinell. Hierfür werden bestimmte Kennzahlen gefordert, da die Zusammensetzung des Pfefferminzöles großen Schwankungen unterliegen kann. Im Pfefferminzöl wurden etwa 20 verschiedene Stoffe nachgewiesen[1]), die jedoch nicht immer alle vorhanden sein müssen. Für eine Prüfung wäre es unmöglich, diese vielen Inhaltstoffe einzeln nachzuweisen und der Menge nach zu bestimmen, so daß man sich in der Praxis darauf beschränken muß, diejenigen

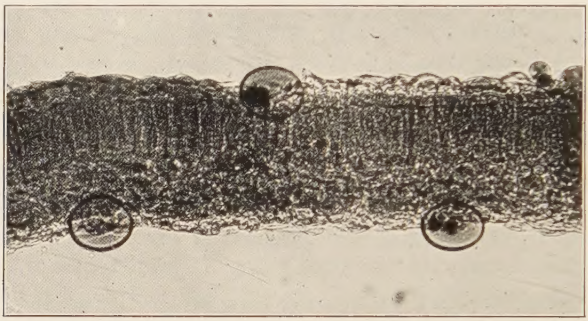


Fig. 1
Querschnitt durch ein Pfefferminzblatt mit Drüsenköpfchen an der Unter- und Oberseite. Vergr. 50 fach

Bestandteile in ihrer Beschaffenheit und in ihrer Menge zu bestimmen, die für das ätherische Öl als vorherrschend und als charakteristisch erkannt wurden.

Hauptbestandteile des Pfefferminzöles sind das Menthol, das frei und verestert als Estermenthol vorkommt und das Menthon. Als Bestandteile von geringerer Bedeutung treten uns freie Säuren, wie Isovaleriansäure und Essigsäure, Pinen, Phellandren, Limonen und Cineol entgegen.

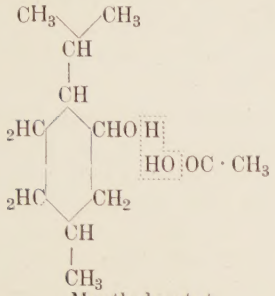
Während sich viele Arzneibücher bei der Prüfung des ätherischen Öles mit allgemeinen Untersuchungsmethoden, wie z. B. Dichtebestimmung, Feststellung der Löslichkeit in Alkohol, Geruch- und Geschmacksprüfungen begnügen, sieht das DAB 6 für die Gehaltsbestimmung die Erfassung des Gesamtmentholes vor, die jedoch nur mangelhaft die Qualität des Öles zu kennzeichnen vermag. Die amerikanische Pharmakopoe hat die Untersuchungsmethode etwas besser ausgebaut und schreibt neben der Mentholbestimmung auch eine solche des Estergehaltes vor.

Das Menthol selbst als der Hauptbestandteil des ätherischen Öles, und in diesem schon bis zu einem Gehalte von 90% gefunden, ist seit ungefähr 1784 bekannt. GAUBIUS[2]) fand es bei der Pfefferminzöldestillation und nannte es Camphora Europaea Menthae piperidis. Später ist es unter dem Namen Menthakampfer bekannt, und erst OPPENHEIM gab ihm in Erkenntnis der chemischen Eigenschaften und vor allem seiner Alkoholnatur den Namen Menthol. Auf Grund dieser alkoholischen Eigenschaften kann es mit Säuren Ester bilden,

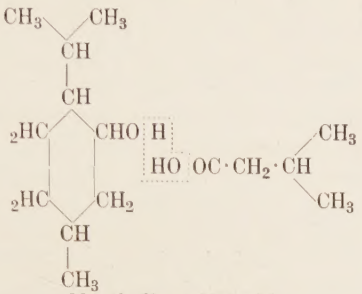
[1]) GILDEMEISTER, Ätherische Öle. Bd. III, S. 562.

[2]) Adversariorum varii argumenti Liber unus. Leiden 1771/99.

die bis zu 15% im Öl vorhanden sind. Hauptsächlich ist es an Essigsäure und Isovaleriansäure gebunden.



Menthylacetat.



Menthylisovalerianat.

Auch die quantitative Bestimmungsmethode des Menthols macht sich die alkoholische Eigenschaft zunutze. Mittels Essigsäureanhydrids verestert man den Alkohol und bestimmt dann die sogenannte Azetylzahl. Man setzt im Überschuß alkoholische Kalilauge zu und verseift so wieder das Menthylazetat. Der Überschuß an Kalilauge wird jetzt zurücktitriert, und aus der Menge der Kalilauge, die zur Verseifung des Mentholesters nötig war, kann man den Mentholgehalt ermitteln.

Genau so, aber ohne vorhergehende Acetylierung, wird der Estergehalt im ursprünglichen Öl bestimmt.

Da das Menthol drei asymmetrische Kohlenstoffatome besitzt, bildet es acht optisch aktive und vier razemische Verbindungen, die auch einer Darstellung zugeführt wurden und für die ein systematischer Trennungsgang beschrieben ist[1]). Die verschiedenen Isomeren entstehen auch bei der synthetischen Mentholdarstellung. Hier ist eine Trennung der verschiedenen Menthole notwendig, weil nicht alle den Geruch des natürlichen Menthols besitzen, teilweise haftet ihnen ein kampferähnlicher Geruch an.

Die Synthese zur Darstellung der Menthole bedient sich als Ausgangsstoffe z. B. des Pulegon, Piperidon, Thymol und Menthanol. Die Darstellung geschieht auf dem Wege der Reduktion.

Als weiterer wichtiger Bestandteil wird im Pfefferminzöl neben dem Menthol das dazugehörige Keton, das Menthon, gefunden.

Die genannten Stoffe, das freie Menthol, das Estermenthol und das Menthon, bestimmen vornehmlich den Charakter des ätherischen Öles. Von der Gesamtmenge dieser Bestandteile und dem mengenmäßigen Verhältnis dieser drei Stoffe hängt der Wert für die Verwendung in der Therapie, in der Kosmetik und den anderen Industriezweigen ab. Man glaubt, daß das Menthol der zuerst gebildete Stoff ist und das Menthon sich aus diesem erst im weiteren Wachstum entwickelt. Aus dieser Ansicht leitet sich zum Teil auch der heute gebräuchliche Zeitpunkt der Ernte ab. Amerikanische Forscher haben festgestellt[2]) [3]), daß die Pflanze zur Zeit der Blüte über einen hohen Gehalt an Oxydase verfügt, unter deren Einfluß die Umbildung des Menthols zum Menthon bevorzugt wird.

[1]) MEYER, Pharmazeut. Ztg. **1936**, Nr. 35, 36, 37.

[2]) J. Amer. Chem. Soc. **34**, 67. Brooks.

[3]) Bull. Roure-Bertrand, Fils I 1/16, I 5/22, I 8/32.

Unbestimmt, wie die Ansichten über die Zweckgebundenheit der ätherischen Öle in den Pflanzen, sind auch die Meinungen darüber, durch welche chemischen Vorgänge die Bildung der in den ätherischen Ölen häufig vorkommenden Verbindungen, wie z. B. von Menthol und Menthon, veranlaßt werden. Man hat versucht, aus den ersten Assimilationsprodukten der Pflanzen, den Zuckern, die Bildung solcher Inhaltstoffe zu begründen.

Wenn man auch heute der früher fast ausschließlich vertretenen Meinung, daß ein oder mehrere wohl definierte Inhaltstoffe einer Pflanze für die therapeutische Wirkung verantwortlich zu machen sind, nicht mehr in dieser strengen Auffassung zustimmt, sondern das Zusammenwirken aller Inhaltstoffe und die Gesamtheit der Pflanze als die wirksame Kraft bezeichnet, so ist es doch für die Forschung unerläßlich, bestimmte Inhaltstoffe als die Hauptträger der Wirkung herauszustellen, die insbesondere auch für das präparative Arbeiten immer wieder Anhaltspunkte für die Richtigkeit der angewandten Methoden ergeben.

Unter solchen Gesichtspunkten sind auch die Untersuchungen von DINCKLER[1]) zu betrachten, der die verschiedenen Fraktionen bei der Destillation des ätherischen Öles auf ihre Wirksamkeit und auf ihr physiologisches Verhalten geprüft hat. Er zog dabei die Bestimmung der tödlichen Wirkung an Mäusen, die Wirkung auf die glatte Muskulatur sowie die vergleichsmäßige Prüfung von Geruch und Geschmack in den Bereich seiner Untersuchungen.

Unterwirft man Pfefferminzöl der fraktionierten Destillation, so geht Menthol bei 212—215° über, bei 206—208° destilliert das Menthon ab. Bei den Untersuchungen zeigte sich, daß die Hauptfraktion, das Menthol, bei der Toxizitätsbestimmung an Mäusen etwas schwächer, das Menthon etwas stärker als das Gesamtöl wirkte. Bei der Wirkung des Gesamtöles handelt es sich demnach um eine Addition der Wirkungen von Menthol und Menthon und der anderen Wirkstoffe, die aber in weit geringerer Menge vorhanden sind. Die Wirkung auf die glatte Muskulatur verhielt sich gerade umgekehrt, indem Menthol hier das Gesamtöl übertraf.

Bei der Geschmacks- und Geruchsprüfung erwies sich das Menthol als weit weniger wirksam als das ätherische Öl im Originalzustande, das Menthon dagegen und auch die späteren Fraktionen kamen diesem jedoch fast gleich.

So zeigten auch gerade diese Untersuchungen, daß das lange Zeit allein als wertvoll erachtete Menthol durchaus nicht imstande ist, die Eigenschaften des ätherischen Öles vollkommen zu vertreten oder es gar zu ersetzen. Ein erhöhter Gehalt von Menthon oder auch ein organisches Verhältnis beider Inhaltstoffe sind für die Beurteilung von Bedeutung.

Es ergibt sich somit auch aus diesen physiologischen Untersuchungen, daß eine Wertbestimmung und Standardisierung nur durch eine Mentholbestimmung, wie sie das Deutsche Arzneibuch vorsieht, als unzureichend erscheinen muß.

Versuchsergebnisse.

Anbaubedingungen und Düngungsmaßnahmen für die angelegten Kulturen.

Um eine einwandfreie Beurteilung der in der Zielsetzung der Arbeit liegenden Fragen zu gewährleisten, erschien es notwendig,

[1]) DINCKLER, Pharmazeut. Zentralhalle **1936**, Nr. 19.

eigene Anbauversuche durchzuführen, bei denen die Anbauverhältnisse, die Art der Düngung, die Durchführung der Ernte, die Trocknung und Aufbewahrung Berücksichtigung finden konnten.

Für die Anbauversuche wurde das Erdinger Moor bei München herangezogen, wo ein große Mengen verarbeitendes deutsches Industrieunternehmen vor mehreren Jahren in bedeutendem Umfange Versuchskulturen mit Pfefferminze angelegt hatte[1]) [2]).

Obwohl der Zweck dieser Pfefferminzkulturen, an Ort und Stelle eine Großdestillation von ätherischem Öl durchzuführen, schließlich nicht erreicht wurde, da der Betrieb wirtschaftlich nicht tragbar war, blieb in der Gegend ein ziemlich umfassender Pfefferminzanbau bestehen.

Die Stecklinge, die damals den Bauern unentgeltlich zur Verfügung gestellt wurden, sind Tripelbastarde zwischen *M. aquatica*, *Mentha longifolia* und *Mentha rotundifolia*. Diese Mitcham-Minze ist unter dem Namen schwarze Pfefferminze bekannt und soll besonders für moorige Böden geeignet sein.

Es war möglich, eine größere Anbaufläche zur Verfügung zu bekommen, die bisher noch nicht mit Kunstdünger versehen war. Das Versuchsfeld hatte eine Größe von 1000 qm und wurde in 10 Parzellen von je 100 qm eingeteilt, auf denen die verschiedenen Düngungsmaßnahmen erfolgten.

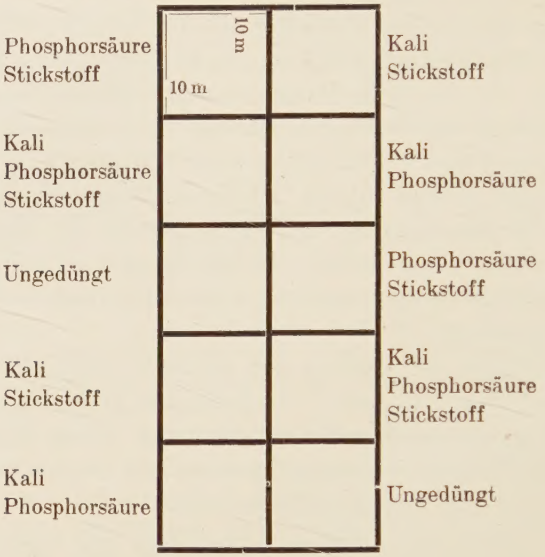
Die Versuche erstreckten sich auf zwei Jahre, 1935 und 1936. Bei den Pflanzen der Versuche 1935 wurden Kulturen benutzt, die von einem Arzneipflanzenanbauer bereits im Jahre 1934 angelegt worden waren, jedoch keine künstliche Düngung erhalten hatten. Es handelt sich also in diesem Falle um die Ernte zweijähriger Pflanzen, ein Umstand, der erwähnenswert ist, da in diesem Zeitpunkt die Pfefferminze erfahrungsgemäß den besten Ertrag liefert. Der Versuchsplan ist aus der Skizze auf Seite 110 ersichtlich.

Es wurde also eine Parzelle mit Volldüngung, d. h. unter Zuführung der üblichen Mengen Kali, Phosphorsäure und Stickstoff versehen, eine weitere Parzelle erhielt keine künstliche Düngung, und wieder andere Parzellen erhielten Düngung mit Kali-Phosphorsäure, Kali-Stickstoff und Phosphorsäure-Stickstoff. Die dabei angewandten Mengen betrugen jeweils für 100 qm 4 kg Superphosphat, 3 kg 40%iges Kalisalz und 4 kg schwefelsaures Ammoniak. Jede dieser Düngungsarten wurde in zwei getrennt voneinander

[1]) Riechstoffindustrie und Kosmetik **1932**, Heft 10.

[2]) Die Deutsche Heilpflanze **1935**, Nr. 4, S. 30.

Versuchsplan
für die Anlage und die Düngung der Pfefferminzkulturen im Versuchsjahre 1935



liegenden Parzellen durchgeführt, um gegenseitige lokale Beeinflussung auszuschalten.

Die einzelnen Pflanzen wurden in Reihen, die einen Abstand von 30 cm hatten, gesteckt, und der Abstand von Pflanze zu Pflanze betrug in den einzelnen Reihen zirka 15 cm.

Bei den Versuchen 1936 erfolgte die Ernte aus solchen Pflanzen, die erst im Frühjahr 1936 als Stecklinge von den bereits 1935 benutzten Pflanzen gesetzt waren.

Die Versuchsanordnung 1936 war grundsätzlich die gleiche. Nur wurde davon abgesehen, je zwei Parzellen mit gleicher Düngungsart anzulegen, da die getrennte Aufarbeitung der anfallenden Ernteerträgnisse zu viele Einzeluntersuchungen erfordert hätte. Auch die einzelnen Parzellen waren nicht wie 1935 je 100 qm groß, sondern nur 25 qm.

Neben der Kultur auf moorigem Boden im Erdinger Moor — es handelt sich dabei um einen Niedermoorboden mit geringen mineralischen Einflüssen — wurde auch eine kleine Pfefferminzpflanzung in Mechtal in Oberschlesien in einem zur Apotheke des Verfassers gehörigen Apothekergarten angelegt, um Anhaltspunkte über Beeinflussung der Ernteerträgnisse durch die Bodenzusammensetzung zu gewinnen. Die Stecklinge zu dieser im Jahre 1936 an-

gelegten Kultur waren die gleichen wie die im Erdinger Moor verwendeten. Der Pflanzenboden war schwere lehmige Gartenerde.

Von den beiden für die Kulturen benutzen Böden wurden Analysen angefertigt, deren Ergebnisse aus einem 10%igen Salzsäureauszug ermittelt wurden. Die Werte geben also nicht den Gesamtgehalt an Eisen, Kalzium usw. an, sondern nur die Mengen der einzelnen Bestandteile, die leicht aus dem Boden herauszulösen sind und der Pflanze in erster Linie zur Verfügung stehen können. Da es sich hierbei vornehmlich um eine vergleichende Gegenüberstellung handelt, erscheint ein solches Verfahren durchaus anwendbar.

Tabelle 1

Ergebnisse der Bodenanalysen für die angelegten Pfefferminzkulturen

Bestandteil:	Erdinger Moor:	Mechtal (O.-S.):
SiO_2	0,0560	0,0480
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	3,9399	5,3244
Fe_2O_3	2,7362	3,8380
Al_2O_3	1,5075	1,4964
P_2O_5	0,3038	0,1994
CaO	19,6400	0,5788
MgO	0,0126	0,0751
K_2O	0,1227	0,1945
H_2O	2,212	2,366
Wasserstoffionenkonzentration	p_H 7,00	p_H 6,73

Die Unterschiede zwischen den beiden Böden sind recht beträchtlich. Ganz besonders auffallend ist aber der unterschiedliche Kalkgehalt.

Nicht so groß sind die Verschiedenheiten im Kaligehalt. Auch der Erdinger Moorboden enthält Kali in genügend erscheinender Menge, so daß, wie schon hier erwähnt werden soll, vielleicht aus diesem Grunde eine zusätzliche Kaligabe keine besondere Vermehrung der Ernteerträgnisse bringen konnte.

Wie die späteren Untersuchungsergebnisse zeigen, beeinflußte die Verschiedenheit der beiden Böden auch die Ernteerträgnisse. Gering erscheint beim Moorboden besonders der Gehalt an Magnesium, reich dagegen ist dieser an Phosphor.

Vielleicht war die Zugabe von Stickstoff, die sich in den einzelnen Versuchen als sehr günstig zeigte, deswegen so vorteilhaft, weil dadurch ein richtiges Verhältnis zwischen Phosphor und Stickstoff hergestellt wurde.

Über den Einfluß, den künstliche Düngung bei der Kultur von Arzneikräutern ausübt, liegen zahlreiche Arbeiten vor, und auch für die Pfefferminze wurden bereits an vielen Orten Düngungsversuche durchgeführt[1]). Die Meinungen über den Wert künstlicher Düngung sind jedoch nicht einheitlich, da die Auswertung der Ergebnisse nach ganz verschiedenen Gesichtspunkten erfolgte. So wurde manchmal nur die Qualität des geernteten Krautes, in anderen Fällen nur die Menge des aus dem Kraut destillierbaren Öles und in anderen Fällen der in dem ätherischen Öl enthaltene Menthol-bestandteil als die entscheidenden Faktoren berücksichtigt. In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch gemacht, diese verschiedenen Auswertungsmöglichkeiten vergleichend und zusammenfassend zu berücksichtigen.

Ernte- und Trocknungsverfahren.

Während des Wachstums der Pflanzen wurde in beiden Jahren großer Wert auf die Entfernung des Unkrautes gelegt. Die störenden Unkräuter waren Wegericharten, insbesondere Spitzwegerich, daneben Galiumarten. Die Versuchsparzellen wurden während beider Jahre je dreimal gejätet und die Erde aufgelockert, eine Maßnahme, die durch die großen Abstände, in denen die einzelnen Pflanzen gesteckt waren, leicht durchführbar war.

Das meiste Unkraut wuchs auf der ungedüngten Parzelle, auf der das Wachstum der Pflanzen andererseits während der ganzen Wachstumsperiode am weitesten zurückblieb. Bei den mit Kunstdünger versehenen Versuchen waren die Pflanzen schon bei der ersten Jätung so groß, daß sie das Unkraut einfach überdeckten. Diese Erscheinung scheint auch für die Anlage von Großkulturen im Interesse eines großen Ertrages von einiger Bedeutung. Die Ernte geschah in den beiden Versuchsjahren einmalig, und zwar im August. Dieser Zeitpunkt ist aus drei Gründen als für die Ernte günstig anzusehen. Zunächst hat die Pflanze ihre volle Höhe erreicht und ist gewöhnlich nicht zu sehr verzweigt, so daß nur schöne große Blätter ausgebildet sind. Die Blütenstände sind meist noch nicht entwickelt. Der zweite Grund ist die Menge und die Zusammensetzung des Öles, die um diese Zeit am günstigsten ist.

[1]) 1. Landwirtschaftl. Jahrbücher **74**, Ergänzungsbd. 1, 35. — 2. Timmel, Deutsche pharmazeut. Gesellschaft **1935**, Nr. 4. — 3. Charabot und Hebert; A. Rolet, vgl. Deutsche Apothekerzeitg **1934**, Nr. 31. — 4. Boshart, Deutsche Apothekerztg. **1936**, Nr. 74. — 5. Blume, Die Deutsche Heilpflanze **1935**, Nr. 1. — 6. Meyer, Die Deutsche Heilpflanze **1934**, Nr. 1. — 7. Berichte von Schimmel & Co. **1907**, 72. — 8. Mitlacher, Zsch. d. Österr. Apoth.-Vereins **1912**, 422.

Rabak[1]) fand, daß frisches Kraut vor der Blüte 0,23% Öl mit 9,5% Ester enthielt, während es im Blütestadium 0,2% mit 14,5% Ester lieferte, um nach der Blüte auf 0,1% Ölgehalt herabzusinken. Ähnlich ist es mit dem Menthongehalt, der auf Kosten des Menthol-gehaltes steigt. Hauptsächlich zur Blütezeit wird in der Pfeffer-minze Oxydase gebildet[2]). Pflanzen, bei denen man die Blüten ent-fernt, enthalten nur wenig Menthon gegenüber normalen Pflanzen[3]).

Der dritte Grund zu einer Ernte im August ist das Auftreten des Pfefferminzrostes, *Puccinia Menthae Pers.* Zu Beginn des Sommers bildet der Pilz auf der Unterseite der Blätter seine Sporen (Uredosporen), die das Blatt rostbraun erscheinen lassen. Durch rechtzeitiges Ernten verhindert man nicht nur die Ausbildung der Uredosporen, sondern auch das Auftreten der Teleutosporen, die die Winterform des Pilzes sind. Der Pfefferminzrost macht die Droge nicht nur unansehnlich, sondern vermindert auch den Gehalt an ätherischen Ölen. Da man sonst dem Pilz nicht beikommen kann, ist eine richtige Wahl der Erntezeit auch für die in den folgenden Jahren zu erwartenden Erträge sehr wichtig.

Vorversuche haben gezeigt, daß auch die Witterung bei der Ernte einen Einfluß auf den Gehalt an ätherischem Öl ausüben kann. So zeigte eine bei einer Vorprobe im Anschluß an eine Schlechtwetterperiode untersuchte Ware einen Ölgehalt von 2%, während die gleiche Pflanze, bei schönem Wetter geerntet, einen Ölgehalt von 2,3% aufwies.

Infolgedessen wurden im Hauptversuche, soweit möglich, die Pfefferminzpflanzen bei trockenem Wetter Anfang August mit der Sichel ungefähr 5 bis 10 cm über dem Boden abgeschnitten, nach-dem das Feld unmittelbar vorher noch von allem Unkraut befreit worden war.

Die weitere Verarbeitung nach dem Schnitt kann in verschie-dener Weise vorgenommen werden. Bei der Ernte 1935 wurde das ganze Kraut mit Stengeln getrocknet und erst nachträglich ent-blättert, bei der Ernte 1936 wurde auch der Ertrag an frischem Kraut festgestellt und anschließend erst wurden die Pflanzen in einer Häckselmaschine geschnitten. In einer besonderen Maschine konnten dann die leichteren Blätter von den schwerer wiegenden Stengeln durch Zuführung von Luft getrennt werden. Bei diesem

[1]) Rabak 1910, vgl. Tschirch, Handbuch der Pharmakognosie. Bd. 2/2, S. 942.

[2]) J. Amer. Chem. Soc. **34**, 67. Brooks.

[3]) Bull. Roure-Bertrand, Fils I 1/16, I 5/22, I 8/31.

Verfahren war es auch möglich, den Ertrag der einzelnen Parzellen getrennt nach den wertvollen Blättern und den weniger geschätzten Stengeln festzustellen.

Die Versuchsanordnungen in den Jahren 1935 und 1936 und gelegentlich auch sonst sind voneinander abweichend, weil im zweiten Jahr die Erfahrungen des ersten Jahres allenthalben Berücksichtigung finden konnten.

Im ersten Versuchsjahre wurde auch die Trocknung in verschiedener Weise durchgeführt. Teilweise wurde das Kraut direkt an der Sonne ausgebreitet, in einer anderen Versuchsreihe geschah die Trocknung vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt auf einem Speicher, in einem dritten einmaligen Versuche wurde eine Probe in einer Trockenanlage nach Art der Hopfendarre verarbeitet, in der bei einer Temperatur von etwa 60° von unten nach oben ein Luftstrom durch Roste, auf denen die Droge ausgebreitet war, gesaugt wurde.

Die Ergebnisse der Anbauversuche sind in den weiteren Abschnitten der Arbeit nach verschiedenen Richtungen hin ausgewertet.

Zunächst werden die Erträgnisse an Kraut und Blättern in frischem Zustande und in getrocknetem mitgeteilt, anschließend wird über den Ölgehalt der unter verschiedenen Anbau- und Trocknungsbedingungen stehenden Pflanzen und über die Zusammensetzung des Öles berichtet.

Ernteerträgnisse an Kraut bzw. Blättern.

Bereits während der gesamten Vegetationsperiode zeigte sich in den einzelnen Parzellen eine sehr verschiedene Entwicklung der angelegten Kulturen. Die mengenmäßigen Erträgnisse in den einzelnen, verschieden gedüngten Parzellen 1935 und 1936 sind in den nachfolgenden Tabellen 2 und 3 niedergelegt. Um möglichst viele Einzelwerte zu erhalten, wurde bei dem Versuch 1935 die Parzelle von je 100 qm wieder getrennt zu je 50 qm geerntet.

Übereinstimmend zeigen die Versuche, daß die Stickstoff-Phosphorsäure-Düngung mengenmäßig die besten Werte lieferte. Anschließend folgt die Volldüngung, dann die Phosphorsäure-Kali-Düngung und die Kali-Stickstoffdüngung. Erstaunlich klein erscheint zunächst der Ertrag der ungedüngten Parzelle.

Übereinstimmend mit diesen Versuchsergebnissen fand auch Mitlacher[1]), daß bei Kunstdüngung ein Beet 23 kg frisches

[1]) Mitlacher, Zsch. d. Österr. Apoth.-Vereins **1910**, 422.

Kraut lieferte, ungedüngt aber nur 14,4 kg. In einem anderen Versuch erhielt er gedüngt 44,5 kg und ungedüngt nur 29,9 kg.

Tabelle 2
Ernteerträgnisse von Pfefferminzkraut nach verschiedener Düngung, Versuch 1935

Art der Düngung und Nr. des Versuchsfeldes		Einzelergebnisse der Parzellen zu je 50 qm in kg	Gesamtertrag für 200 qm in kg	Durchschn.-Wert der Parzellen zu je 50 qm in kg	Durchschn.-Wert für den qm in kg
Ungedüngt	1.	19,7	88,3	22,1	0,442
	2.	20,5			
	3.	23,6			
	4	24,5			
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	1.	49,0	190,0	47,5	0,95
	2.	47,5			
	3.	47,0			
	4.	46,5			
Phosphorsäure, Stickstoff	1.	52,0	195,0	48,75	0,975
	2.	49,5			
	3.	47,0			
	4.	46,5			
Kali, Phosphorsäure	1.	46,0	178,1	44,5	0,89
	2.	43,5			
	3.	45,1			
	4.	43,5			
Kali, Stickstoff	1.	39,5	163,5	40,9	0,818
	2.	41,0			
	3.	40,5			
	4.	42,5			

Tabelle 3
Ernteerträgnisse von Pfefferminzkraut nach verschiedener Düngung, Versuch 1936

Düngungsart:	Einzelergebnisse der Parzellen zu je 25qm in kg	Durchschnittswert für den qm in kg
Ungedüngt	16,1	0,644
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	31,5	1,26
Phosphorsäure, Stickstoff	32,2	1,29
Kali, Phosphorsäure	25,5	1,02
Kali, Stickstoff	25,3	1,01

Die Erträgnisse des Jahres 1936 für den qm sind, obwohl es sich hier nur um einjährige Pflanzen handelt, durchwegs höher als

bei den zweijährigen Pflanzen des Jahres 1935. Der Grund hierfür mag hauptsächlich darin liegen, daß infolge schlechten Wetters die Ernte immer wieder hinausgeschoben werden mußte, so daß sie erst Mitte August erfolgen konnte.

Durch die schon erwähnte Methode bei der Ernte 1936, das frische Kraut mit den Stengeln zu schneiden und dann Blätter und Stengel zu trennen, war es möglich, das Verhältnis von Blättern und Stengeln in dem frischen Krautanteil festzustellen.

Tabelle 4

Ernteerträgnisse von Pfefferminzkraut an Blättern und Stengeln in ungetrocknetem Zustand nach verschiedener Düngung. Versuch 1936

Art der Düngung:	Gesamtertrag an ungetrocknetem Kraut in kg:	Anteil an Blättern in kg	Anteil an Stengeln in kg:	Prozentsatz an Blättern
Ungedüngt	16,1	8,5	7,6	52,8%
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff . .	31,5	15,5	16,0	49,2%
Phosphorsäure, Stickstoff	32,2	16,8	15,4	52,4%
Kali, Phosphorsäure	25,5	11,4	14,1	44,7%
Kali, Stickstoff	25,3	11,1	14,2	43,9%

Wie die Tabelle zeigt, beträgt das Verhältnis von Blättern zu Stengeln etwa 50%. Bei der ungedüngten Parzelle und bei dem Phosphorsäure-Stickstoff-Versuch, der auch das meiste Kraut lieferte, liegt der Anteil an Blättern etwas höher. Die nachfolgend mitgeteilten Zahlen zeigen, welche Mengen von trockener Droge aus je 5 kg frischer Blätter bei den verschiedenen Düngungsarten nach der Trocknung auf dem Speicher erzielt werden konnten.

5 kg frische Blätter der ungedüngten Parzelle ergaben . 1,050 kg Trockendroge
5 kg frische Blätter der mit Kali, Phosphorsäure und Stickstoff gedüngten Parzelle ergaben . . . . . 0,950 „
5 kg frische Blätter der mit Phosphorsäure und Stickstoff gedüngten Parzelle ergaben 1,015
5 kg frische Blätter der mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Parzelle ergaben . . . . . 1,010 „ „
5 kg frische Blätter der mit Kali und Stickstoff gedüngten Parzelle ergaben 0,975

Die Unterschiede erscheinen ziemlich beträchtlich, bemerkenswert ist immerhin, daß im Verhalten von Frischdroge zur wertvollen Arzneidroge das aus der ungedüngten Parzelle stammende Kraut die günstigsten Ergebnisse lieferte.

Für bestimmte Arten von ätherischen Ölen, z. B. für das Allylsenföl sind ebenfalls besondere volumetrische Verfahren ausgearbeitet worden[1]).

Für die vorliegenden Untersuchungen wurde die von Geyer vorgeschlagene Methode angewendet, die schon wiederholt Gegenstand kritischer Nachprüfungen war[2]). Eigene durchgeführte Versuche bestätigen die gute Verwendbarkeit. Im allgemeinen zeigte sich, daß die nach der Geyerschen Methode bestimmten Werte etwas höher als die nach der Arzneibuchmethode ermittelten liegen. Unter sich stimmen die nach Geyer bestimmten Werte bestens überein. In zahlreichen Versuchen mit Pfefferminze wurden nach dem Verfahren von Geyer unter Verwendung verschiedener Mengen vorgelegter Droge völlig einheitliche Werte von 1,72% ermittelt. Dabei ist das Verfahren nach Geyer wesentlich einfacher und wenig zeitraubend und manche nach der DAB-Methode nicht vermeidbaren Fehlerquellen sind ausgeschieden. Die benutzte Apparatur ist durch die nachfolgende Skizze (Fig. 2) erkenntlich. Sie besteht aus drei Teilen, einem Kolben, in dem die Droge mit Wasser erhitzt wird, einem Zwischenstück, in dem das ätherische Öl von dem Wasser getrennt wird, und aus einem Rückflußkühler. Das Zwischenstück ist so gebaut, daß das ganze Destillationsgut zunächst in ein U-förmiges Rohr fließt, in dem sich das leichtere Öl von dem schwereren Wasser trennen kann. Das Wasser fließt durch den dünneren Teil des Rohres wieder in den Kolben zurück, während sich das Öl an dem anderen graduierten Schenkel leicht in ccm ablesen läßt.

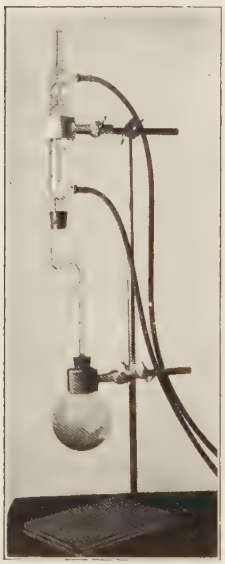


Fig. 2

Mit der vorstehend beschriebenen Apparatur wurde der Ölgehalt der Versuche 1935 und 1936 ermittelt. Dabei sind verschiedene Trocknungsbedingungen besonders berücksichtigt.

[1]) Kaiser und Fürst, Dtsch. Apothekerzeitg. **1935**, Nr. 98, 1734; vgl. auch Claverger, Chem. Zentbl. **1928** II, 1272.

[2]) Pharmazeut. Zeitg. **1935**, 148. Dtsch. Apothekerzeitg. **1934**, 1500; **1934**, 1690.

Ernte 1935: Die Pfefferminzblätter, die vor direkter Sonnenbestrahlung geschützt getrocknet waren, ergaben folgende Werte:

die ungedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,4%	äther. Öl
die mit Kali, Phosphorsäure, Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,6%	„ „
die mit Phosphorsäure und Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,76%	„ „
die mit Kali-Phosphorsäure gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,56%	„ „
die mit Kali-Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,58%	„ „

Die Blätter, die an der Sonne getrocknet waren, gaben folgende Werte:

die ungedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,09%	äther. Öl
die mit Kali, Phosphorsäure, Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,16%	„ „
die mit Phosphorsäure-Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,25%	„ „
die mit Kali-Phosphorsäure gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,20%	„ „
die mit Kali-Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,11%	„ „

Es zeigt sich, daß bei der Trocknung an der Sonne ein recht bedeutender Verlust an ätherischem Öl eintritt, der gegenüber der Trocknung vor der Sonne geschützt durchschnittlich ungefähr 16% beträgt.

Für die Praxis muß jedoch berücksichtigt werden, daß das Trocknen an der Sonne das einfachere und schnellere Verfahren darstellt, so daß durch diesen Umstand vielleicht der Ölverlust tragbar erscheint.

Die Ergebnisse der Anbauversuche 1936 sind nachfolgend mitgeteilt.

die ungedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,00%	äther. Öl
die mit Kali, Phosphorsäure, Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	1,94%	„ „
die mit Phosphorsäure-Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,30%	„ „
die mit Kali-Phosphorsäure gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	2,04%	„ „
die mit Kali-Stickstoff gedüngte Parzelle hatte einen Ertrag von	1,84%	„ „

Gegenüber den Ergebnissen des Jahres 1935 zeigt sich 1936 durchweg ein niedrigerer Ölgehalt, der teils auf die ungünstigen Witterungsverhältnisse vor und während der Ernte, teils auf den Umstand zurückzuführen sein dürfte, daß die 1936er Kultur erst einjährig war.

In einem kleinen Nebenversuche wurde eine Mischprobe der 1936 angebauten Pflanzen in einer Apparatur getrocknet, wie sie in großen Betrieben zur Trocknung von Arzneipflanzen verwendet

wird. Das Kraut oder die Blätter werden in einer Kammer auf Rosten ausgestreut, durch die von unten her Luft mit einer Temperatur von ungefähr 60° geblasen wird. Der Ölverlust war hierbei noch stärker als bei der Trocknung in der Sonne. Gegenüber einer vorsichtig auf dem Speicher getrockneten Vergleichsprobe ergab sich nur eine Ausbeute von etwa 80% ätherischem Öl.

Zusammenfassend ergibt sich bei einer vergleichenden Betrachtung über den Ölgehalt der unter verschiedenen Bedingungen wachsenden Pfefferminzpflanzen, daß die Phosphorsäure-Stickstoff-Düngung sowohl an Kraut als auch an Öl am ertragreichsten ist. Anschließend lieferte die besten Werte die Volldüngung und in Abständen weiterhin folgen die Kali-Stickstoff-, die Phosphorsäure-Stickstoff- und die ungedüngte Parzelle.

Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu verschiedenen Literaturangaben, die von einem Kalibedürfnis der Pfefferminze sprechen. Belle[1]) empfiehlt z. B., da die Pfefferminze ein Kalibedürfnis hat, eine Düngung mit Kalisulfat, Chilesalpeter und Superphosphat. Nach Pilz[2]) ist die Pfefferminze hinsichtlich Phosphor nicht so anspruchsvoll, dagegen braucht sie sehr viel Kali. Bosuart[3]) gibt auch an, daß die Pfefferminze an Kali bedürftiger sei als an anderen künstlichen Düngungsmitteln, auch scheine es die Bildung von ätherischem Öl zu fördern.

Der Kaligehalt des den Anbauversuchen zugrundeliegenden Moorbodens ist nicht übermäßig hoch, aber auch nicht besonders gering, so daß sich, falls die Meinungen der erwähnten Autoren zutreffen, bei vermehrter Kaligabe auch ein erhöhter Ölgehalt hätte feststellen lassen müssen.

Gleichlautend mit den in der vorliegenden Arbeit festgestellten Ergebnissen liegen die von Timmel[4]) mitgeteilten, der an Untersuchungen mit Koriander und Anis bei einseitiger Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung eine Erhöhung des ätherischen Ölgehaltes beobachtete. Auch die Ergebnisse der Versuche, die an der Versuchsanstalt Großbeeren[5]) an Pfefferminze durchgeführt wurden, liegen in gleicher Richtung. Eine mit 40%igem Kalisalz gedüngte Droge enthielt nur 1,02% ätherisches Öl, während ein Versuch mit

[1]) Belle, J. of Parf. et Sav. **20** (1907); vgl. auch Ber. von Schimmel & Co. **1907**, 72.

[2]) Pilz, Zsch. f. landwirtschaftl. Untersuchungswesen in Österr. **1912**, 575; Chem. Zentbl. **1912** II, 743.

[3]) Bosuart, Flugblätter des Reichsnährstandes Nr. 6/7.

[4]) Timmel, Dtsch. pharmazeut. Gesellschaft **1935**, Nr. 4, 26.

[5]) Landwirtschaftl. Jb. 1931, Ergänzungsband1, S. 35.

Rhenaniaphosphat 1,31% und einer mit Rhenania-Phosphat und 40%igem Kali wiederum nur 1,08% ätherisches Öl lieferte.

Die Unterschiede bezüglich der Menge des geernteten Krautes sind bei den verschiedenen Düngungsarten anders als beim Gehalt an ätherischem Öl. Am ertragreichsten war auch hier die Phosphorsäure-Stickstoff-Düngung, in geringerem Abstande als beim ätherischen Ölgehalt folgte die Volldüngung, das geringste Ergebnis hatte jedoch auch hier die ungedüngte Parzelle; von den gedüngten zeigte den geringsten Ölgehalt die im Phosphorsäuremangel stehende Parzelle.

Auffallend ist der hohe Ölgehalt der in Mechtal in Oberschlesien ohne besondere Düngung angebauten Droge, der über dem der meisten bayerischen Versuche lag. Mit 2,76% erreichte diese Droge den Bestwert des Jahres 1935, den der Anbauversuch im Erdinger Moor mit Phosphorsäure und Stickstoff lieferte.

Einfluß des Lagerns von Pfefferminzblättern auf den Gehalt an ätherischem Öl.

Die als Teedroge in den Handel kommenden Pfefferminzblätter unterliegen auf dem Wege vom Erzeuger bis zum Verbraucher beim Großhandel und beim Kleinhandel einer unter Umständen recht langen Lagerung, die zudem in vielen Fällen die günstigsten Aufbewahrungsbedingungen nicht erfüllen kann.

Um festzustellen, ob die Lagerung auf den Gehalt an ätherischem Öl einen Einfluß ausübt, wurden dahingehende Untersuchungen ausgeführt. Diese bezogen sich wieder auf die verschiedenen zur Verfügung stehenden Pfefferminzpflanzen, die teilweise einer unterschiedlichen Düngung und Trocknung unterzogen waren. Die Lagerzeit erstreckt sich auf ein Jahr, die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Tabelle 5

Ölgehalt verschiedener Pfefferminzblätter vor und nach einjährigem Lagern

Art der Düngung:	Art der Trocknung	Ölgehalt Nov. 35	Ölgehalt Nov. 36	Ölverlust in %
Ungedüngt	Speicher	2,40%	2,26%	5,8
	Sonne	2,09%	1,78%	14,8
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	Speicher	2,60%	2,38%	8,5
	Sonne	2,16%	1,88%	12,9
Phosphorsäure, Stickstoff	Speicher	2,76%	2,60%	5,7
	Sonne	2,25%	2,12%	5,7
Kali, Phosphorsäure	Speicher	2,56%	2,41%	5,8
	Sonne	2,20%	2,08%	5,5
Kali, Stickstoff	Speicher	2,58%	2,41%	6,6
	Sonne	2,11%	1,96%	7,1

Es zeigt sich, daß bei einjährigem Lagern ein verhältnismäßig großer Verlust an ätherischem Öl eintritt, eine Tatsache, die bei der Verwendung von Pfefferminze als Teedroge Berücksichtigung finden muß.

Ein solcher Verlust an ätherischem Öl beim Lagern scheint aber nicht bei allen Pflanzen stattzufinden. Kofler[1]) veröffentlicht z. B. Untersuchungsergebnisse, nach denen bei Kümmel und Fenchel durch die Lagerung eine Vermehrung an ätherischem Öl eintrat, die beim Kümmel während einer Lagerzeit vom Oktober bis April über 100% ausmachte.

Eine Erklärung für ein so verschiedenes Verhalten ätherisches Öl führender Pflanzen kann vorläufig noch nicht gegeben werden.

Bewertungsmerkmale an Pfefferminzdrogen durch äußere Gesichtspunkte und Wassergehaltsbestimmungen.

Die bisher behandelten Kennzahlen über die Menge des geernteten Krautes und den Gehalt an ätherischem Öl reichen für eine normierende Beurteilung der Pfefferminze nicht aus, da die Verwendungszwecke der Pfefferminze verschieden sind. Wir müssen unterscheiden zwischen der Verwendung der Droge selbst in Form der Blätter für arzneiliche Zwecke und der Verwendung des ätherischen Öls in industriellen Betrieben. Während es hier nur auf das Öl und dessen Eigenschaften ankommt, spielt bei der Ganzdroge in der Beurteilung der Verwertbarkeit auch das Aussehen eine bedeutende Rolle.

So wird z. B. in Ländern, in denen die Normierung von Drogen schon mehr Fuß gefaßt hat, auch die Menge der mißfarbenen Blätter mit für die Einreihung der Droge zu bestimmten Qualitäten herangezogen. Da solche äußeren Gesichtspunkte oft entscheidender beurteilt werden, liegen die Verhältnisse nicht selten so, daß das Kraut ohne Rücksicht auf den Verlust an Inhaltstoffen nach einer Art getrocknet wird, die nur auf ein gutes Aussehen Bedacht nimmt. Vielfach läßt sich jedoch der Händler und der Verbraucher dabei von Vorurteilen leiten.

Untersuchungen haben ergeben, daß äußerlich unansehnliche Drogen eine größere Wirkung aufwiesen als sogenannte ausgewählte Ware, und es besteht ein dringendes Interesse daran, in gegebenen Fällen die Vorurteile zu beseitigen.

Das Aussehen einer Droge ist zum größten Teil abhängig von

[1]) Dtsch. Apothekerzeitg. **1936**, 1323.

der Art der Trocknung. Die hierbei in Betracht kommenden Methoden sind in den früheren Ausführungen teilweise schon mitgeteilt:

1. Trocknen an der Luft vor direkter Sonne geschützt;
2. Trocknen an direkter Sonne;
3. Trocknen in Trockenapparaten bei erhöhter Temperatur.

Daß für den Ölgehalt das erste Verfahren das zweckmäßigste ist, wurde in den vorhergehenden Abschnitten bereits erörtert. Für das äußere Aussehen erwies sich das Trocknen auf der Darre am günstigsten. Die Blätter blieben hierbei in ihrer Form, ohne besondere Einrollung, am besten erhalten, es trat auch kaum eine mißfarbige Veränderung der Blätter ein. Die an der Sonne getrockneten Blätter litten am meisten. Sie waren stark eingerollt und auch in verhältnismäßig hohem Maße mißfarben geworden. Die Trocknung im Speicher verursachte wohl auch eine Einrollung, aber der Prozentsatz der mißfarbig gewordenen Blätter blieb gering.

Da die Art der Trocknung den Wassergehalt der Droge wesentlich beeinflußt, wurden an den nach verschiedener Art getrockneten Pflanzen Feuchtigkeitsbestimmungen vorgenommen. Auch hierfür können verschiedene Methoden in Anwendung gebracht werden. Verwendung fand ein neuzeitliches Gerät, der Dielkometer, der die Wassergehaltsbestimmung auf dem Wege der Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten durchführt. Das Verfahren beruht darauf, daß man die Kapazität eines Kondensators durch Ausfüllen des Zwischenraumes mit verschiedenen Stoffen verändern kann. Die Kraft, mit der sich die geladenen Kondensatorplatten gegenseitig anziehen, wird dadurch verändert. Mittels variabler Kondensatoren wird ein Ausgleich geschaffen, dessen Eintreten daran zu erkennen ist, daß man in einem Mikrophon einen Brummton wahrnimmt.

Zur Messung selbst bringt man die auf Wasser zu untersuchende Probe mit reinem Dioxan zusammen, das eine sehr niedrige Dielektrizitätskonstante von 2 aufweist. Da Wasser eine sehr hohe DK von 81 hat, wird durch einen in der Droge vorhandenen verschiedenen Wassergehalt die DK von Dioxan verschieden stark beeinflußt. Man stellt sich in Vorversuchen Mischungen von Wasser und Dioxan her und trägt die gefundenen Meßwerte auf einem Koordinatensystem ein. Aus diesem läßt sich in den Versuchen mit unbekanntem Wassergehalt einer Droge deren Feuchtigkeitsgehalt bestimmen.

Die besten Werte wurden erzielt, wenn man 2 Gramm gepulverte Droge 15 Minuten lang mit 25 ccm reinem Dioxan auszog.

Bei diesen Messungen zeigte die in der Hopfendarre getrocknete Droge den höchsten Wassergehalt mit 7,9%. Die beiden anderen Proben hatten einen annähernd gleichen Wassergehalt von 6,1%. Der Wassergehalt der Drogen verminderte sich im Verlaufe der Lagerung recht bedeutend. Nach einigen Monaten normaler Lagerung in einem trockenen Raume verlor dann die ursprünglich 7,9% enthaltende Droge weitere 3% und wies noch einen Wassergehalt von 4,9% auf; die beiden anderen Proben verminderten ihren Wassergehalt auf 4,4%.

Pharmakognostisch-mikroskopische Untersuchung von Pfefferminzdroge.

In dem folgenden Abschnitt der Arbeit wird gezeigt, daß die Art der Trocknung nicht nur die äußerlich und mikroskopisch sicht-

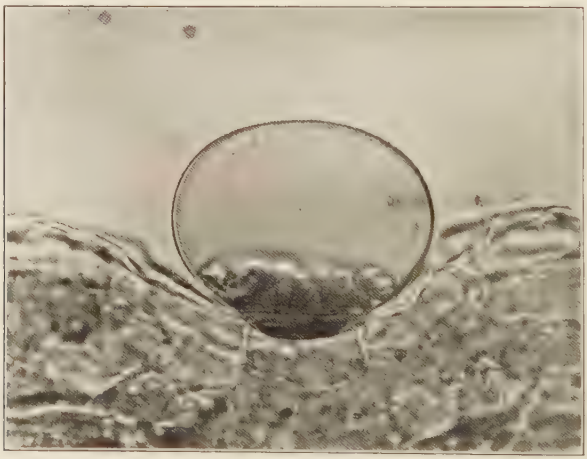


Fig. 3
Drüsenköpfchen einer Pfefferminzdroge, die bei gewöhnlicher Temperatur vor Sonne geschützt getrocknet wurde. Drüsenköpfchen vollständig erhalten. 1 : 330

baren Merkmale der Droge, größtenteils bedingt durch den Wasserverlußt, beeinflußt, sondern auch die Beschaffenheit der das ätherische Öl führenden Drüsenköpfchen verändert und somit auch für den Gehalt an ätherischem Öl entscheidend ist.

Die hierüber angestellten mikroskopischen Untersuchungen liefern ein sehr anschauliches, bisher in der Literatur noch nicht

gefundenes Beweismaterial. Einleitend wurde bereits erwähnt, daß das ätherische Öl in der Pflanze in Behältern aufgespeichert ist. Die ölführenden Drüsenköpfchen sind hauptsächlich auf der Unterseite der Blätter, bisweilen auch auf der Oberseite angeordnet. Ein Übersichtsbild eines Querschnittes ist bereits in Abb. 1 wiedergegeben.

Die mikroskopischen Untersuchungen wurden nun systematisch auf die nach verschiedenen Verfahren getrockneten Drogen abgestellt. Von jedem Versuche wurden einige Dutzend mikroskopischer Präparate in der üblichen Weise hergestellt, wobei je nach der Trocknungsart verschiedene Bilder erhalten wurden.

Dabei zeigten die bei gewöhnlicher Temperatur vor der Sonne geschützt getrockneten Blätter durchweg wohl erhaltene Drüsenköpfchen, wie sie durch Abb. 3 und 4 veranschaulicht werden. Die

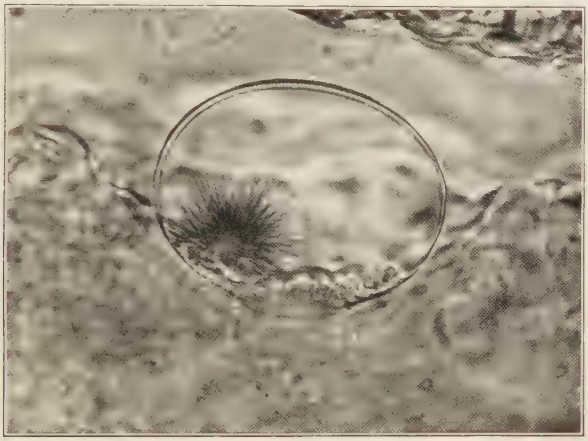


Fig. 4
Drüsenköpfchen einer Pfefferminzdroge, die bei gewöhnlicher Temperatur vor Sonne geschützt getrocknet wurde, mit Mentholkristall. Drüsenköpfchen ebenfalls gut erhalten. 1 : 330

Abb. 4 zeigt dabei die Droge nach längerem Lagern. Auch hier ist das Drüsenköpfchen noch völlig intakt geblieben, bei dem nur, wohl infolge der Lagerzeit, das enthaltene Menthol zum Teil in kristallischem Zustande vorliegt.

Im Gegensatz hierzu stehen die Abbildungen der Drogen, die an einem Tage in 8 Stunden direkt an der Sonne getrocknet wurden. Die Abb. 5 zeigt ein Drüsenköpfchen, das abgeplattet und eingefallen ist.

Auch die übrigen Zellen sind durch die Trocknungsart in Mitleidenschaft gezogen. Die Tatsache, daß bei der Bestimmung des ätherischen Ölgehaltes die an der Sonne getrocknete Droge 17% weniger ätherisches Öl enthielt als die mit prallen Drüsenköpfchen versehene, vorsichtig getrocknete Droge, bildet einen schönen Beweis für die Übereinstimmung der pharmakognostisch-chemischen und pharmakognostisch-mikroskopischen Untersuchungen.

Noch deutlicher treten diese Verhältnisse bei den Blättern hervor, die in der Darre getrocknet wurden. Die Drüsenköpfchen in

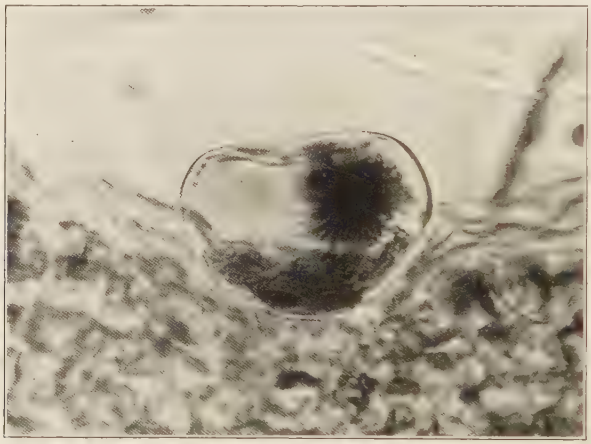


Fig. 5
Querschnitt durch das Blatt einer Pfefferminzdroge, die an der Sonne getrocknet wurde. Drüsenköpfchen nicht mehr so prall gefüllt, Zellen des Blattes durch Trocknung geschrumpft. 1 : 330

den Abb. 6 und 7 sind stark eingeschrumpft, zum Teil sind sie geplatzt. Diesen mikroskopisch wahrnehmbaren Merkmalen entspricht das Ergebnis der quantitativen Ölbestimmung, die bei dieser Art der Trocknung einen fast 20%igen Ölverlust ergab. Freilich hatten nicht alle Drüsenköpfchen dieses in den Abbildungen veranschaulichte mißgestaltete Aussehen, sonst wäre sicherlich der Ölgehalt noch viel geringer gewesen. Aber etwa 70% zeigen diese typischen Erscheinungen, ebenso wie bei den anderen unter verschiedenen Ausbildungsformen der Drüsenköpfchen die abgebildeten an Zahl bei weitem überwogen.

Bei der allgemeinen Beschreibung der Trocknungseinflüsse wurde schon darauf hingewiesen, daß die in der Darre getrockneten Blätter wohl in ihrem Ölgehalt die geringste Ausbeute lieferten, in

ihrem äußeren Aussehen aber alle Merkmale einer einwandfreien Droge noch zeigten. Die Mikrophotographien bestätigen auch diese

Fig. 6
Querschnitt durch das Blatt einer Pfefferminzdroge, die in einem Trockenapparat bei 60 Grad getrocknet wurde. Drüsenköpfchen sehr stark eingefallen, Zellen des Blattes gut erhalten. 1 : 330

Fig. 7
Querschnitt durch das Blatt einer gleich behandelten Pfefferminze wie in Fig. 6. Das Drüsenköpfchen ist geplatzt. 1 : 330

Erscheinung. Sowohl Palissadenzellen als auch Schwammparenchym sind gut erhalten, während die Drüsenköpfchen, wie S. 126 ausgeführt wurde und die Abb. 6 und 7 zeigen, stark geschrumpft und zerplatzt sind.

Diese mikroskopischen Befunde erscheinen gerade unter dem Gesichtspunkte der überall eifrig betriebenen Normierung und Standardisierung von Drogen so aufschlußreich, daß sie in der vorliegenden Arbeit auch auf in Deutschland im Handel befindliche und auch auf außerdeutsche Proben, die auf Grund chemischer Kennzeichen bereits normiert waren, ausgedehnt wurden.

Mikroskopische Untersuchungen einer Handelsdroge, die als „Thuringica electa" bezeichnet war, eine gut erhaltene grüne Farbe hatte und auch sonst mikroskopisch einwandfrei war, zeigten, daß sowohl am Blattquerschnitt als auch am Drüsenköpfchen beim Trocknen keine Schädigungen aufgetreten sind. Zur Ergänzung des Gesamtbildes wurde noch eine Ölbestimmung gemacht, die einen Wert von 1,4% lieferte. Die Droge ist also nach diesen beiden Untersuchungen als gut zu bezeichnen.

Das gleiche Bild lieferte eine Droge, die als „Ia" bezeichnet in den Handel kam. Auch bei ihr sind Drüsenköpfchen und Parenchym gut erhalten.

In Österreich und in Ungarn werden Pfefferminzdrogen bereits normiert und als erste, zweite, usw. Qualität in den Handel gebracht. Dabei ist nur ein Ölgehalt von 1% bei der besten Droge vorgeschrieben. Gegenüber den bei den eigenen Untersuchungen erzielten hohen Ölausbeuten, im ungünstigsten Falle 1,66%, erscheint der Normierungswert recht gering. Aber es muß auch hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß bei Beurteilung einer Pfefferminzdroge auch in den Ländern mit normierten Drogen der größte Wert auf das Aussehen gelegt wird. So dürfen in Österreich für die erste Qualität genormter Blätter bei einem Mindestgehalt von 1% ätherischem Öl höchstens 2% mißfarbene Blätter und bei der zweiten Qualität mit einem Mindestgehalt von 0,6% ätherischem Öl höchstens 20% mißfarbene Blätter vorhanden sein. Schlechtere Qualitäten werden nicht mehr genormt. Die normierte Qualität kommt in versiegelten Päckchen in den Handel.

Auch hier bildete das mikroskopische Bild einen völlig eindeutigen Überblick über die mit der Qualitätsbezeichnung sich mindernde Beschaffenheit der Droge.

In Ungarn werden verschiedene Qualitäten von Pfefferminzdroge gehandelt. Nur eine Qualität ist standardisiert. Daneben wird eine nicht genormte erste, zweite und dritte Qualität gehandelt. Für die standardisierte Droge ist ein Mindestgehalt von 1% ätherischem Öl vorgeschrieben.

Ganz allgemein zeigten die ungarischen Drogen nicht die Einheitlichkeit wie z. B. die österreichischen. Mikroskopische Untersuchungen von standardisierter Pfefferminze und nicht normierter Wahl zeigten die Uneinheitlichkeit der nicht normierten Droge, indem gut erhaltene Drüsenköpfchen und eingefallene oder geplatzte annähernd in gleicher Menge in letzterer vorhanden waren.

Auch hier bot im allgemeinen die mikroskopische Beurteilung ein wahrheitsgetreues Bild der Droge. Für die ungarische Droge dritter Wahl, nicht normiert, ist zu bemerken, daß die Drüsenköpfchen für die Minderwertigkeit der Droge im allgemeinen gut ausgebildet sind. Die schlechte Beurteilung erfuhr diese Droge sicherlich nur dadurch, daß unter verhältnismäßig gut erhaltenen Blättern ein weit über dem Durchschnitt stehender Prozentsatz von Stengelteilen beigemischt war.

Dieser letztere Fall zeigte also, daß für die Gesamtbeurteilung nach wie vor verschiedene Gesichtspunkte berücksichtigt werden müssen.

Einzeluntersuchungen des ätherischen Öles.

1. Gewinnung des Öles.

Die in den bisher behandelten Abschnitten mitgeteilten Untersuchungsergebnisse bezogen sich rein mengenmäßig auf die Beeinflussung der Erträgnisse an Kraut und an ätherischem Öl durch verschiedene Anbau-, Ernte-, Trocknungs- und Lagerbedingungen. Nur die pharmakognostisch-mikroskopischen Untersuchungen bildeten auch bezüglich der Qualität der geernteten Droge einen kritischen Maßstab.

Bei der Vielheit der Inhaltstoffe in den ätherischen Ölen, so auch im Pfefferminzöl, ist es erklärlich, daß die ätherischen Öle je nach dem Anteil der verschiedenen Inhaltstoffe auch recht verschiedene Eigenschaften aufweisen, die wiederum die technische oder pharmazeutische Verwendbarkeit beeinflussen. Da beim Pfefferminzöl als die Hauptträger der charakteristischen Eigenschaften das in freier Form und gebunden als Ester vorliegende Menthol und weiterhin ein Oxydationsprodukt davon, das Menthon, bekannt sind, wurde durch weitere Untersuchungen festgestellt, inwieweit die bisher schon immer berücksichtigten Verschiedenheiten in den Anbaubedingungen usw. die Bildung dieser Stoffe beeinflussen.

Allgemein zieht man zur Beurteilung ätherischer Öle neben der Bestimmung einzelner besonders wichtiger Inhaltstoffe, wie hier

Wie bereits erwähnt, lassen sich die Handelsöle mit ihren Kennzahlen bezüglich Dichte oder spezifischen Gewichtes mit den untersuchten Rohölen nicht direkt vergleichen. Die Grenzzahlen für die Handelsöle auch nach dem Deutschen Arzneibuch 6 liegen ziemlich weit auseinander, veranlaßt hauptsächlich durch die Feststellung, daß die Dichte eines Pfefferminzöles beim Lagern ansteigt. Die nicht verharzten Bestandteile des Öles nehmen Sauerstoff aus der Luft auf und erhöhen dadurch das Gewicht[1]). Öl, das ursprünglich eine Dichte von 0,9184 aufwies, zeigte nach vierzehntägiger Lagerung eine Dichte von 0,9191, nach vier Wochen 0,9224 und nach sechs Wochen 0,9292.

Drehungswerte: Das optische Drehungsvermögen ist für ätherische Öle ebenfalls eine charakteristische Eigenschaft. Zu vorliegenden Messungen wurde ein Halbschatten-Polarisationsapparat benutzt. Die Drehungswerte der verschiedenen Öle sind in Tabelle 7 wiedergegeben.

Tabelle 7

Optische Drehung von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Art der Düngung:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
1	2	3	4
Ungedüngt	26,3	20,9	21,9
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	23,4	21,1	22,1
Phosphorsäure, Stickstoff	26,7	21,5	21,9
Kali, Phosphorsäure	26,5	21,3	21,8
Kali, Stickstoff	26,5	21,4	21,8

Wie schon beim spezifischen Gewicht ist die Art der Düngung auch für die Drehungswerte nicht von besonders erkennbarem Einfluß. Dagegen zeigen die verschieden getrockneten Proben des Jahres 1935 unter sich sehr erhebliche Unterschiede, die sich ebenso zwischen den auf gleiche Weise getrockneten Proben des Jahres 1936 zeigen. Vgl. Spalte 2 mit Spalte 3 bzw. Spalte 2 mit Spalte 4.

Da die Stärke der optischen Drehung von bestimmten Inhaltstoffen abhängig ist, ergibt sich, daß durch die Art der Trocknung auch die mengenmäßige Ausbildung der Inhaltstoffe beeinflußt wird, wie auch klimatische Faktoren, die durch die Verschiedenheit der Witterungsbedingungen 1935 und 1936 bedingt waren, einen Einfluß darauf auszuüben scheinen.

[1]) Ber. von Schimmel & Co. **1909**, 77.

Brechungsindex: Unter der Messung des Brechungsindex versteht man die Messung der Brechung eines Lichtstrahles, die er erfährt, wenn er aus einem Medium in ein anderes gelangt. Bei genauer Einhaltung der Temperatur können die Messungen mit einer großen Genauigkeit ausgeführt werden und eignen sich daher nicht nur zur Bestimmung der Konzentration einer Lösung, sie können auch Aufschluß über den Reinheitsgrad z. B. eines ätherischen Öles geben. Die Ergebnisse schwanken nur innerhalb einer engen Grenze und sind erst in der dritten Stelle nach dem Komma unterschiedlich. Die Untersuchungen wurden mit dem Abbéschen Refraktrometer durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 niedergelegt.

Tabelle 8
Brechungsindex von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Art der Düngung:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
Ungedüngt	1,4588	1,4596	1,4573
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	1,4594	1,4588	1,4567
Phosphorsäure, Stickstoff	1,4591	1,4589	1,4568
Kali, Phosphorsäure	1,4596	1,4592	1,4573
Kali, Stickstoff	1,4599	1,4593	1,4575

Auch bezüglich der Brechungswerte ergeben sich verhältnismäßig nur geringe Unterschiede durch die verschiedenen Düngungsarten, größere aber wieder durch die verschiedene Art der Trocknung und durch die klimatisch bedingten Verschiedenheiten bei den Ernten 1935 und 1936.

Aus technischen Gründen konnte die Untersuchung der Öle aus den Versuchen 1935 erst mit den Untersuchungen der Öle 1936 durchgeführt werden. Es ist anzunehmen, daß die Öle aus der Ernte 1935 kurz nach der Destillation etwas tiefer gefunden worden wären, da die Brechungswerte der ätherischen Öle infolge Bildung von Oxydations- und Polymerisationsprodukten etwas ansteigen.

Dielektriziätskonstante: Auch die Dielektrizitätskonstante kann für ein ätherisches Öl eine Kennzahl bedeuten. Seitdem nun Apparaturen erhältlich sind, die eine schnelle und genaue Untersuchung ermöglichen, wird die Bestimmung der Dielektrizitätskonstante für ätherische Öle immer mehr durchgeführt.

Die Brauchbarkeit des Verfahrens mit Hilfe des sogenannten Dielkometers, einer Apparatur, die im Rahmen dieser Arbeit schon

einmal für die Wassergehaltsbestimmung der getrockneten Pfefferminzblätter benutzt wurde, erwies sich durch viele Untersuchungen. In empfindlicher Weise werden Veränderungen eines Pfefferminzöles beim Lagern festgestellt.

Nach Angaben der Herstellerfirma des Dielkometers hatte ein frisches Pfefferminzöl, das aus 45—56% Menthol, 3,5—7% Estermenthol und 20% Menthon hauptsächlich zusammengesetzt war, eine DK von 6,573. Nach einem Monat, während dessen das Öl der Luft und dem Licht ausgesetzt war, sank der DK-Wert auf 6,562, nach zwei Monaten stieg er auf 7,950 und betrug nach dem dritten Monat 9,183. Welcher Art die chemischen Umsetzungen sind, die durch diese verschiedenen Dielkometerwerte angezeigt werden, ist vorläufig nicht aufgeklärt.

Bei der Durchführung der Dielkometermessung muß auf völlige Wasserfreiheit der Öle Rücksicht genommen werden, da auch Spuren von Wasser die Meßergebnisse im höchsten Maße beeinflussen. Die zu untersuchenden Öle werden deshalb zunächst im Vakuumexsikkator entwässert und dann weiterhin ständig nur im Exsikkator vorrätig gehalten. Die folgende Tabelle gibt die Meßwerte der einzelnen Öle wieder.

Tabelle 9

Dielektrizitätskonstanten von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Art der Düngung:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
Ungedüngt	7,13	7,47	6,87
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	7,18	7,54	6,89
Phosphorsäure, Stickstoff	7,32	8,02	6,93
Kali, Phosphorsäure	7,25	7,70	6,78
Kali, Stickstoff	7,30	7,46	6,70

Es zeigt sich, daß auch hier die Art der Düngung auf die Meßergebnisse von deutlich erkennbarem Einfluß ist, die Parzellen, die mit Phosphorsäure + Stickstoff gedüngt waren, lieferten die höchsten Ergebnisse; aber auch bezüglich der verschiedenen Trocknungsarten und bezüglich des Versuches 1936 zeigen sich erhebliche Unterschiede. Diese Tatsache erscheint deshalb besonders bemerkenswert, weil die Dielektrizitätskonstante nach allgemeiner Ansicht

in besonders empfindlicher Weise von der chemischen Konstitution abhängig und eine Kenngröße der Moleküle sein soll[1]).

Ein einmaliger Versuch ergab bei einjährigem Lagern eines Öles einen Unterschied von 6,85 als frisches Öl gegenüber 7,2 nach einem Jahre.

Löslichkeit in Alkohol: Eine einfache, aber wenig aussagende Beurteilung bietet die Löslichkeit des Öles in 70%igem Alkohol. Da ja in diesem Falle Verfälschungen, die die Probe hauptsächlich anzeigen soll, nicht vorliegen konnten, kann die Angabe genügen, daß alle Versuchsöle in drei und mehr Teilen von 70%igem Alkohol löslich waren. Zu einer Unterscheidung der verschiedenen Öle untereinander bieten die Löslichkeitsversuche keine Möglichkeit.

III. Chemische Untersuchungen.

Zur chemischen Charakteristik der bei der Destillation der verschiedenen Pfefferminzpflanzen gewonnenen ätherischen Öle wurde der Gehalt an Gesamtmenthol, an Estermenthol, an Menthon und an freier Säure festgestellt und somit eine weit über das Deutsche Arzneibuch 6 hinausgehende Kennzeichnung gewährleistet. Das Arzneibuch kennt, wie bereits erwähnt, nur eine Gesamtmentholbestimmung und verlangt einen Mindestgehalt von 50,2%. Daneben wird nach dem Arzneibuch das ätherische Öl durch Kennzahlen bezüglich Dichte, Drehungsvermögen, Löslichkeit in 70%igem Alkohol und durch Beschreibung der äußerlich wahrnehmbaren Eigenschaften charakterisiert.

Das Gesamtmenthol wurde nach der Methode bestimmt, die auch das Arzneibuch vorsieht. Da aber nur geringe Mengen Öl zur Verfügung standen, wurde das Verfahren so verfeinert, daß bei der Azetylierung anstatt von 5 g nur von 1,5 g ausgegangen wurde. Das freie Menthol wird hierbei an Essigsäure gebunden, d. h. azetyliert, gewaschen und wieder verseift. Die Verseifungszahl nach dem Azetylieren zeigt den Gehalt an Mentholazetat an, der unter Abrechnung des Azetatrestes auf Menthol umgerechnet wird. Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß im ursprünglichen Öl schon ein Teil als Ester vorgelegen hat, ergibt sich, daß der Wert für Gesamtmenthol etwas zu hoch gefunden wird. Bei der Berechnung ist also eine Korrekturgleichung anzusetzen[2]).

---

[1]) Über die Anwendung dielektrischer Messungen für die Reinigung und Untersuchung von ätherischen Ölen und Riechstoffen (Büll und Zwecker, Berlin).

[2]) MEYER, Pharmazeut. Zeitg. **1936**, Nr. 35, 36, 37.

Die Berechnung des Gesamtmentholgehaltes erfolgte nach folgender Formel:

$$G = \frac{a \cdot m}{20\ [s-(a \cdot 0{,}021)]}$$

wobei a die Menge der verbrauchten Kalilauge, m das Molgewicht des Menthols und s die Einwaage an azetyliertem Öl bedeutet.

Um zu erfahren, wieviel ätherisches Öl (ursprüngliches Ausgangsmaterial) dem zur Verseifung verwendeten azetylierten Produkt entspricht, muß man den Essigsäurerest abziehen.

1000 ccm n/1 KOH entsprechen

$$= 42 \text{ g } CH_3CO,$$

1 ccm n/2 KOH entspricht

$$\frac{42}{2 \cdot 1000} = 0{,}021 \ CH_3CO.$$

Für jeden zur Verseifung des azetylierten Öles verbrauchten ccm n/2 Lauge muß man also den Wert 0.021 abziehen. In der Formel kommt dies durch den Klammerwert (a·0.021) zum Ausdruck.

Die Ergebnisse der Mentholbestimmung sind in Tabelle 10 niedergelegt.

Tabelle 10

Gesamtmentholgehalt von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Düngungsart:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
	Mentholgehalt in %		
Ungedüngt	41,63	44.61	38,94
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	41.12	41,89	36,30
Phosphorsäure, Stickstoff	43,52	41,12	36,11
Kali, Phosphorsäure	43,58	42,61	36,47
Kali, Stickstoff	46,78	45,00	40,16
Versuch Mechtal O/S.			54,97

Versuch 1936 in der Darre bei 60° getrocknet 44,22.

Da bei den handelsüblichen Analysen neben den in Tabelle 10 angegebenen Mentholwerten meist auch die Esterzahlen, die in diesen azetylierten Ölen gefunden wurden, angegeben werden, sind in Tabelle 11 auch diese Zahlen mitgeteilt.

Tabelle 11
Esterzahlen von azetylierten Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der öllieferndenden Pflanzen

Düngungsart:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
Ungedüngt	134,40	142,61	126,56
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	132,90	135,12	118,72
Phosphorsäure, Stickstoff	139,81	132,90	118,16
Kali, Phosphorsäure	140,00	137,20	120,03
Kali, Stickstoff	148,78	144,10	130,11
Versuch Mechtal O/S			171,92

Versuch 1936 in der Darre bei 60° getrocknet 141,87.

Vergleicht man die vorliegenden Ergebnisse, so zeigt sich, daß die Pfefferminzpflanzen, denen Phosphorsäure und Stickstoff zugeführt waren und die bei den Erträgnissen an Blättern und an Öl am ertragreichsten waren, bezüglich des Mentholgehaltes in dem Öl nicht so eindeutig eine Spitzenstellung einnehmen.

Bei dem Versuch 1936 und auch bei der an der Sonne getrockneten Droge der Ernte 1935 lieferte die Phosphorsäure-Stickstoffdüngung sogar die mentholärmsten Öle. Jeweils die mentholreichsten Öle lieferten die Pflanzen mit Kali-Stickstoffdüngung. Dazwischen liegen die Versuche mit Kali-Phosphorsäure, die Volldüngung und der ungedüngte Versuch.

Es ist besonders bemerkenswert, daß die Kali-Stickstoffdüngung den größten Mentholgehalt hat, da sie doch an Kraut den zweitschlechtesten und an Ölgehalt den schlechtesten Versuch darstellte.

Estermenthol: Bei vielen ätherischen Ölen ist für die Güte der Gehalt an Estern in erster Linie ausschlaggebend, da sie dem Öl den charakteristischen Geruch verleihen. Hauptsächlich bei Lavendel- und beim Bergamottöl ist dies der Fall. Das Arzneibuch sieht außerdem noch für Baldrianöl eine Estergehaltsbestimmung vor.

Im Pfefferminzöl ist der veresterte Alkohol zum größten Teile an Isovaleriansäure als Menthylisovalerianat und an Essigsäure als Methylazetat gebunden. Die beiden Säuren kommen auch frei im Öl vor. Gewöhnlich liegt der Prozentgehalt an Estern um 10% oder darunter. Da jedoch die Ester auch beim Pfefferminzöl einen großen Einfluß auf die Feinheit des Öles besitzen, ist bei einer vergleichenden Untersuchung von Pfefferminzölen die Bestimmung des Estergehaltes unbedingt notwendig.

Die Ergebnisse der Esterbestimmung sind in Tabelle 12 enthalten.

Tabelle 12
Estergehalt und Esterzahlen von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Düngungsart:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet		Versuch 1935 in der Sonne getrocknet		Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet	
	Ester-zahl	% Ester	Ester-zahl	% Ester	Ester-zahl	% Ester
Ungedüngt	13,82	3,89	23,33	6,62	13,26	3,73
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	13,07	3,68	20,17	5,60	11,20	3,14
Phosphorsäure, Stickstoff	11,95	3,36	15,30	4,32	10,45	2,93
Kali, Phosphorsäure	13,63	3,84	20,35	5,75	11,39	3,19
Kali, Stickstoff	12,88	3,63	19,61	5,54	10,83	3,03
Versuch in Mechtal O/S.					19,04	5,38

Aus der Differenz der Werte für Gesamtmenthol und für Estermenthol ergibt sich der Gehalt an freiem Menthol im Öl. Die entsprechenden Werte sind in der nachfolgenden Tabelle 13 zusammengefaßt.

Tabelle 13
Gehalt an Estermenthol von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Düngungsart:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
Ungedüngt	37,74	37,99	35,21
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	37,44	36,29	33,16
Phosphorsäure, Stickstoff	40,16	36,80	33,18
Kali, Phosphorsäure	39,74	36,86	33,28
Kali, Stickstoff	43,15	39,46	37,13
Versuch Mechtal			49,59

Beim Estergehalt ergeben sich sowohl in den einzelnen Düngungsversuchen wie insbesondere wieder durch die Art der Trocknung recht erhebliche Unterschiede. Besonders groß sind diese zwischen der auf dem Speicher und der an der Sonne getrockneten Droge. Diese Ergebnisse stimmen mit Untersuchungen von Charabot[1]) überein, der feststellen konnte, daß ein aus getrocknetem

[1]) Charabot und Hebert, Compt. rend. **1901**; vgl. Charabot, Zsch. f. angew. Chem. **1901**, 985.

Kraute destilliertes Öl esterreicher war als ein Öl, das aus frischem Kraut gewonnen wurde.

Das Kraut, das 1935 langsam trocknete, enthielt durchschnittlich ungefähr 3,6% Ester, das scharf getrocknete dagegen etwa 5,5%. Bedeutend sind auch die Unterschiede in den einzelnen Düngungen. Der Phosphorsäure-Stickstoff-Versuch, der sich schon durch geringen Gehalt an Menthol auszeichnete, ist auch am esterärmsten. Genau so auffallend, wie bei der Mentholbestimmung der Reichtum der Kali-Stickstoffdüngung war, ist es bei der Esterzahl der ungedüngte Versuch, der weitaus höhere Werte in allen Versuchsreihen lieferte als die anderen gedüngten Parzellen.

Bei einer vergleichenden Betrachtung der Ergebnisse bezüglich Gesamtmenthol, Estermenthol und freiem Menthol zeigt sich, daß sich ein einheitliches Bild über die Beeinflussung durch verschiedene Düngungsarten und verschiedene Trocknungsmaßnahmen nicht gewinnen läßt. Vielleicht sind die Versuche auch noch zu wenig zahlreich, um eindeutige Schlüsse zu ermöglichen, vorläufig jedenfalls läßt sich nur sagen, daß die Art der beabsichtigten Verwendung einer Pfefferminzpflanze schon beim Anbau, bei der Ernte und bei den weiteren Behandlungsarten Berücksichtigung finden muß.

Die Verhältnisse werden noch unübersichtlicher, wenn der Gehalt an Menthon noch mit zur Beurteilung herangezogen wird, so daß nach Mitteilung der gefundenen Menthonwerte die Frage noch einmal eine zusammenfassende Beurteilung erfahren wird.

Säurezahlen: Bei der Bestimmung der Esterzahlen wurde schon erwähnt, daß die Säuren, an die das Menthol gebunden ist, auch in freiem Zustande im Öl vorkommen. Neben diesen Säuren sind noch Harzsäuren vorhanden, die das Öl minderwertig machen können, wenn sie in übermäßig großer Menge vorhanden sind. Insofern ist auch die Bestimmung der Säurezahl eine für die Beurteilung des Pfefferminzöles wichtige Untersuchungsmethode.

Die Säurezahlen der Pfefferminzöle liegen gewöhnlich bei Handelsölen um 0,2—1,0. Seltener findet man Angaben, bei denen sie 3,0 oder 4,0 betragen. Die Werte der selbst destillierten Öle liegen deswegen so hoch, weil es Rohöle sind. Nach der Destillation im Vakuum sank die Säurezahl auch bei diesen Ölen unter 1,0.

Es ist wiederum auffallend, daß die Werte der schnell getrockneten Droge sich von denen der anderen Versuche unterscheiden. Die Säurezahlen liegen viel höher, was wohl von einem hohen Harz-

Tabelle 14
Säurezahlen von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der ölliefernden Pflanzen

Düngungsart:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
Ungedüngt	1,08	2,39	1,62
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	1,43	2,88	1,68
Phosphorsäure, Stickstoff	1,04	2,10	1,60
Kali, Phosphorsäure	1,60	3,20	1,79
Kali, Stickstoff	1,56	2,90	1,54
Versuch Mechtal 0/8			0,72

Versuch 1936 in der Darre bei 60° getrocknet: 0,80.

gehalt herrührt. Auch nach anderen Angaben[1]) fiel der hohe Gehalt des sowjetrussischen Öles an Harz als Beweis dafür auf, daß das Kraut nach der Ernte in der Sonnenglut auf dem Felde getrocknet wurde, während die Pfefferminze in den meisten übrigen Produktionsländer entweder frisch (Italien) oder abgewelkt (Amerika, Rumänien, Deutschland) oder im Schatten getrocknet (England, Frankreich) der Dampfdestillation unterworfen wird.

Da hohe Säurezahlen im allgemeinen bei der Beurteilung der Güte eines Öles nicht zu günstig bewertet werden, scheint das schnelle Trocknen an der Sonne sich auch hierdurch als ein ungeeignetes Verfahren zu erweisen.

Menthonbestimmungen: Menthol als sekundärer Alkohol kann auf oxydativem Wege zu einem Keton, dem Menthon, verwandelt werden. Nach Angaben von Roure-Bertrand Fils[2]) wird es in der Pflanze auf Kosten des Menthols gebildet. Nach den pharmakologischen Untersuchungen, von denen schon berichtet wurde, dürfte ein hoher Menthongehalt kein Nachteil sein, da Menthon die Eigenschaften des Menthols in manchen Hinsichten noch übertrifft. Sowohl am Tierversuch als auch bezüglich Geruch und Geschmack erwies sich Menthon stärker als Menthol.

Die Bestimmung des Menthons im Pfefferminzöl kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Power und Kleber[3]) geben eine Methode an, die darauf beruht, daß das Menthon mit

[1]) Strauss, Bewertung und Weltproduktion des Pfefferminzöles. Chem.-Techn. Zsch. **1930**, Nr. 15/16.

[2]) Roure-Bertrand Fils, Bull. Roure Bertrand Fils I 1/16; vgl. auch: J. Amer. Chem. Soc. **14**, 68.

[3]) Gildemeister, Ätherische Öle. Bd. I, S. 751. Vgl. auch: Arch. der Pharmazie **232** (1894) 655.

metallischem Natrium zu Menthol reduziert wird, das dann in üblicher Weise bestimmt werden kann. Die Methode ist langwierig und nicht sehr zuverlässig, so daß dieses Verfahren bei den vorliegenden Untersuchungen nur zu Kontrollversuchen benutzt wurde, während die Mehrzahl der Bestimmungen nach der sogenannten Oximmethode[1]) durchgeführt wurde. Dieses Verfahren beruht darauf, daß das Keton mittels Hydroxylaminhydrochlorids in das Oxim übergeführt wird, wobei Salzsäure frei wird, die dann mit Kalilauge unter Verwendung von Bromphenolblau als Indikator zurücktitriert werden kann. Anfängliche Versuche mit dieser Methode führten zu recht unterschiedlichen Werten, bis erkannt wurde, daß die Einhaltung einer bestimmten Zeit für die Oximbildung und auch ein langsames Zurücktitrieren der entstandenen Salzsäure für die Zuverlässigkeit der Methode von wesentlichem Einfluß sind. Schließlich wurde folgende Versuchsanordnung als die zweckmäßigste festgestellt:

Man stellt sich eine Hydroxylaminhydrochloridlösung her, die etwas mehr als ½ n ist. 1 g Pfefferminzöl wird dann mit 20 ccm dieser Lösung versetzt und sieben Stunden stehen gelassen, nachdem das Öl vorher mit alkoholischer Kalilauge genau neutralisiert wurde. Die nach der Einwirkungszeit frei gewordene Salzsäure wird hierauf mit n/2 alkoholischer Kalilauge zurücktitriert. Der Indikator wurde schon vor der Neutralisation zugesetzt.

Orientierende Versuche mit der vorhin beschriebenen Methode von Power und Kleber erwiesen die Brauchbarkeit des Verfahrens. Der Gehalt an Menthon bei den einzelnen Versuchen ist in Tabelle 15 niedergelegt.

Tabelle 15

Menthongehalt von Pfefferminzölen nach verschiedenen Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen der öliefernden Pflanzen

Düngungsart:	Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Versuch 1935 an der Sonne getrocknet	Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet
Ungedüngt	39,09	37,31	38,92
Kali, Phosphorsäure, Stickstoff . . .	38,73	40,12	39,21
Phosphorsäure, Stickstoff	35,80	37,96	38,66
Kali, Phosphorsäure	39,85	39,32	38,57
Kali, Stickstoff	39,89	39,48	39,30
Versuch Mechtal O/S.			21,78

Versuch 1936 in der Darre bei 60° getrocknet 34,14.

[1]) Pharmazeut. Zentralhalle **40** (1899) 621; **41** (1900) 585. Vgl. auch: Gildemeister, Ätherische Öle. II. Aufl. Bd. III. S. 32; Klein, Handbuch der Pflanzenanalyse. III, 1 II, S. 479; Ber. von Schimmel & Co. **1928**, 19; **1929**, 152.

Tabelle

Art der Trocknung und Düngung		Ölgehalt bei der Ernte	Ölgehalt nach einjähr. Lagern	E. Z. nach Acetylierung	Gesamt-Menthol
Versuch 1935 a. d. Speicher getrocknet	Ungedüngt	2,40	2,28	134,40	41,63
	Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	2,60	2,58	132,90	41,12
	Phosphorsäure, Stickstoff	2,76	2,62	139,81	43,52
	Kali, Phosphorsäure	2,56	2,43	140,00	43,58
	Kali, Stickstoff	2,58	2,45	148,78	46,78
Versuch 1935 in der Sonne getrocknet	Ungedüngt	2,09	1,68	142,61	44,61
	Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	2,16	1,88	135,12	41,89
	Phosphorsäure, Stickstoff	2,25	2,12	132,90	41,12
	Kali, Phosphorsäure	2,20	2,08	137,20	42,61
	Kali, Stickstoff	2,11	1,96	144,10	45,00
Versuch 1936 a. d. Speicher getrocknet	Ungedüngt	1,90		126,56	38,94
	Kali, Phosphorsäure, Stickstoff	1,92		118,72	36,30
	Phosphorsäure, Stickstoff	2,30		118,16	36,11
	Kali, Phosphorsäure	2,04		120,03	36,47
	Kali, Stickstoff	1,84		130,11	40,16
Versuch 1936 bei 60° auf der Darre getrocknet		1,72		141,87	44,22
Vergleichsversuch in Mechtal O/S.		2,76		171,92	54,37

9. Die äußeren Eigenschaften einer Pfefferminzdroge sind ebenfalls von den angewandten Trocknungsverfahren abhängig. Am ungünstigsten ist die Trocknung an der Sonne.

10. Pharmakognostisch-mikroskopische Untersuchungen der Drüsenköpfchen von getrockneter Pfefferminzdroge zeigten, daß die Beschaffenheit der Drüsenköpfchen Einblick zu geben vermag in die Behandlungsart, die die Droge erfuhr und daneben auch ein Kriterium für den Ölgehalt darstellt, so daß diese Untersuchungsmethode ein wertvolles Hilfsmittel für die Standardisierung bildet. Der Beweis hierfür wird durch zahlreiche Untersuchungsergebnisse auch von Handelsdrogen geliefert.

11. Auf die physikalischen Kennzahlen von Pfefferminzöl besitzen verschiedene Düngungsmaßnahmen keinen besonders auffälligen Einfluß. Unterschiedliche Trocknungsmaßnahmen machen sich jedoch deutlicher bemerkbar.

12. In starker Abhängigkeit von den Düngungs- und Trocknungsmaßnahmen steht der Gehalt an bestimmten Inhaltsstoffen des Pfefferminzöles. (Gesamtmenthol, Estermenthol und Menthon.)

13. Ein Anbauziel für die Pfefferminze läßt sich aus den Ergebnissen, die die Ernteerträgnisse an Blättern und deren

16

E. Z. im ursprüngl. Öl	Ester-menthol	Säure-zahl	Freies Men-thol	Men-thon	Dichte	Drehung	Brech-ungs-Index	Dielek-trizitäts-Konstante
13,82	3,89	1,08	37,74	39,09	0,8941	— 26,3°	1,4588	7,13
13,07	3,68	1,43	37,44	38,73	0,8964	— 26,4°	1,4594	7,18
11,95	3,36	1,04	40,16	35,80	0,8965	— 26,7°	1,4591	7,32
13,63	3,84	1,60	39,74	39,85	0,8984	— 26,5°	1,4596	7,25
12,88	3,63	1,56	43,15	39,89	0,8976	— 26,5°	1,4539	7,3
23,33	6,62	2,39	37,99	37,31	0,9107	— 20,9°	1,4596	7,47
20,17	5,60	2,88	36,29	40,12	0,9073	— 21,1°	1,4588	7,54
15,30	4,32	2,10	36,80	37,96	0,9014	— 21,5°	1,4589	8,02
20,35	5,75	3,20	36,86	39,32	0,9103	— 21,3°	1,4592	7,7
19,61	5,54	2,90	39,46	39,48	0,9069	— 21,4°	1,4593	7,46
13,26	3,73	1,62	35,21	38,94	0,8950	— 21,9°	1,4573	6,87
11,20	3,14	1,68	33,16	39,21	0,8948	— 22,1°	1,4567	6,89
10,45	2,93	1,60	33,18	38,66	0,8937	— 21,9°	1,4568	6,93
11,39	3,19	1,79	33,28	38,57	0,8940	— 21,8°	1,4573	6,78
10,83	3,03	1,54	37,13	39,30	0,8943	— 21,8°	1,4575	6,70
		0,80		34,14				
19,04	5,38	0,72	48,59	21,78				

Aussehen, den Ölgehalt und dessen Zusammensetzung berücksichtigen, ableiten. Je nachdem, ob die Pflanze einer späteren Verwendung als Teedroge für pharmazeutische und Heilzwecke oder als Genußmittel oder der Gewinnung von ätherischem Öl zugeführt werden soll, würde sich das Anbauverfahren zu richten haben.

14. Die bisherigen Normierungsbestimmungen für Pfefferminzdroge sind ungenügend. Die Berücksichtigung der Beschaffenheit der Drüsenköpfchen bedeutet eine wesentliche Verbesserung.

Abstract

1. Though numerous investigations concerning the pepper-mint are already made, the question about the suitable cultivation-, manuring-, harvesting-, and drying-methods is not yet sufficiently clear.

2. The pepper-mint is used for many purposes which must be considered in the methods, mentioned above. A pepper-mint that is destined to be used pharmaceutically as a drogue, must be valued differently from the drug cultivated only for the production of oil.

3. The pharmacological effectiveness of the pepper-mint seems to be not fully known, so that a distinct aim of the cultivation for the therapeutical utilization is not yet fixed. Trials, carried on thus far, are ascribing the chief effect in the volatile oils to the menthol and the menthon.

Die Klärung solcher Fragen kann nicht grundsätzlich für die Gesamtheit der Arzneipflanzen erfolgen, die Forschung ist darauf angewiesen, für jede Pflanze einzeln durch experimentelle Untersuchungen die Unterlagen zu beschaffen.

Eine derjenigen Pflanzen, die arzneilich und auch in anderer Hinsicht, für die kosmetische und für die Lebensmittelindustrie, vielseitige Verwendung findet, ist die Pfefferminze. Riesig große Mengen von Pfefferminzblättern, die Statistik spricht von fast 300 000 kg, noch größere Mengen des aus den Pfefferminzblättern destillierten ätherischen Öles, nach Angaben 170 bis 200 000 kg jährlich, werden nach Deutschland eingeführt, um den Bedarf der Verbraucherkreise an Blattdroge und der einschlägigen Industrien an Öl zu decken.

Kaum eine Droge ist schon öfter Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen wie die Pfefferminze, und zahlreiche Veröffentlichungen liegen vor, die sich mit den Anbauverhältnissen, mit den botanischen und pharmakognostischen Besonderheiten, mit den chemischen Inhaltstoffen und deren Kennzahlen, mit der Wirkung der Gesamtdroge und der daraus isolierbaren Einzelstoffe beschäftigen.

Die große Bedeutung der Pfefferminze, in arzneilicher Hinsicht, allein in der Verwendung der Gesamtdroge erhellt am besten aus der Tatsache, daß in etwa 500 heute gebräuchlichen Teerezepten die Pfefferminze öfter als 100mal enthalten ist.

Es lohnt sich also wohl, unter neuzeitlichen Gesichtspunkten, die sich besonders in Deutschland bei den gegebenen Verhältnissen darstellen, neuerdings der Frage ein Augenmerk zu widmen, unter welchen Gesichtspunkten die Eigenerzeugung einer guten, gehaltvollen und wirkungsvollen Droge durchgeführt werden kann.

So verfolgt die vorliegende Arbeit folgende Ziele:

Es soll untersucht werden, welchen Einfluß die Beschaffenheit des Bodens, die Art der Düngung, Trocknung und Ernte auf die Menge des für die Verwendung in Frage kommenden Krautes ausübt, und in welcher Weise die vorstehend ausgeführten Bedingungen die Menge und Beschaffenheit der in diesem Kraute enthaltenen Wirkstoffe beeinflussen.

Weiterhin soll ein Beitrag zur Klärung der Fragen geliefert werden, inwieweit chemische und physikalische Kennzahlen und pharmakognostische Merkmale imstande sind, die Güte und den Wirkungsgrad verschiedener Pfefferminzdrogen zu kennzeichnen, oder mit anderen Worten ausgedrückt: ob es möglich ist, durch

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bedeutung der Pfefferminze in den verschiedenen Verwendungsarten und Zweck der vorliegenden Arbeit

Die Heilpflanze, die in der Therapie jahrzehntelang in fast völlige Vergessenheit geraten war, ist in der letzten Zeit allerorts, besonders aber in Deutschland, wieder in steigendem Maße in Ansehen und in arzneiliche Verwendung gekommen.

Die Gründe hierfür ergeben sich teils aus der Entwicklung der medizinischen Forschung, teils aus der Umstellung des ärztlichen Denkens in biologischer Hinsicht.

Hand in Hand mit diesen medizinischen Bestrebungen steigt das allgemein wissenschaftliche Interesse für die therapeutisch verwendeten Pflanzen selbst, und insbesondere heimische Arzneikräuter, die in der Volksheilkunde die ganze Zeit über vielseitige Verwendung fanden, werden in der pharmakognostisch-chemischen Forschung mehr und mehr berücksichtigt.

Zu den inneren Beweggründen, die zu einer Wiederbelebung der Verwendung von Arzneipflanzen führen, treten in Deutschland Gesichtspunkte insbesondere volkswirtschaftlicher Natur, die sich in einfacher Formel durch die Bestrebungen des Vierjahresplanes ausdrücken lassen, denn viele Arzneipflanzen, die bei uns in Deutschland in genügender Menge als wildwachsende Kräuter vorhanden sind, oder die auf deutschem Boden ohne Schwierigkeit erzeugt werden können, müssen auch heute noch zum größten Teil aus dem Auslande eingeführt werden.

Es besteht somit ein recht bedeutendes Interesse daran, durch wissenschaftliche Untersuchungen Beiträge für die Aufklärung der Fragen zu gewinnen, unter welchen Anbau-, Kultur- und Erntebedingungen in Deutschland Heilpflanzen erzeugt werden können.